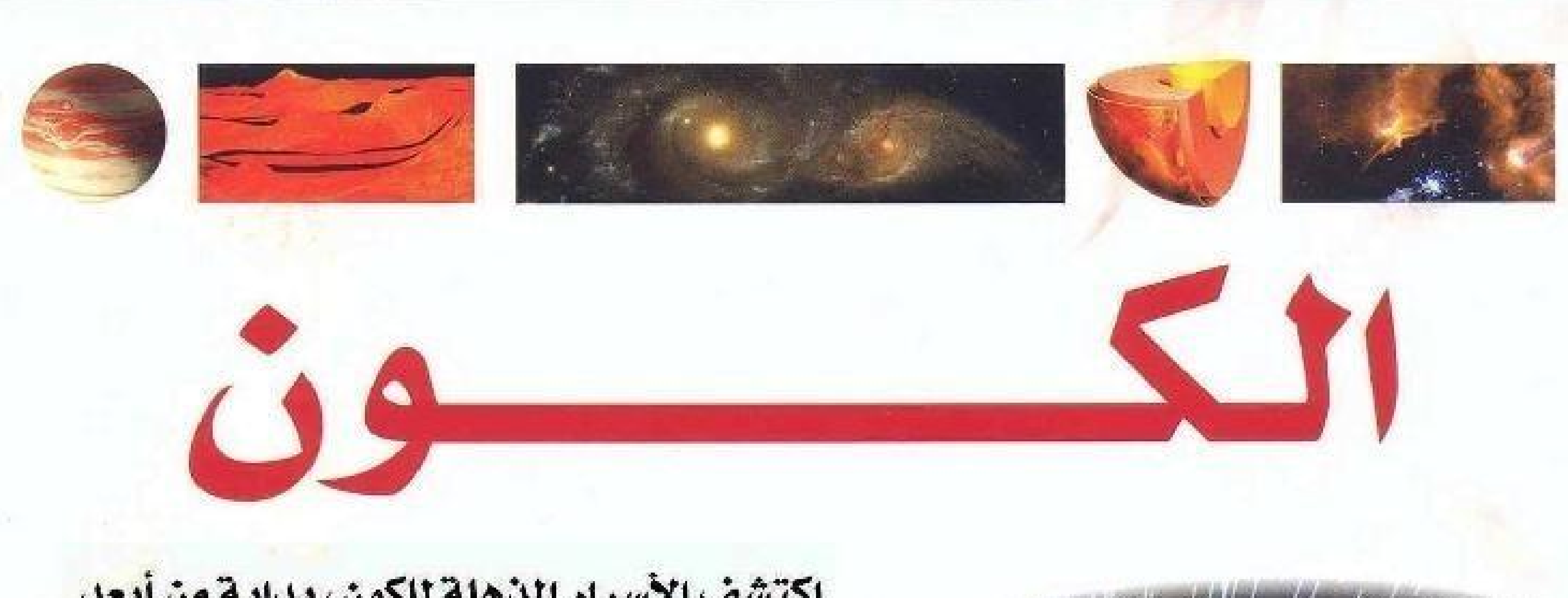
DK مشاهـدات علميـة



الكــون

اكتشف الأسرار المذهلة للكون، بداية من أبعد
المجرات حتى مجموعتنا الشمسية

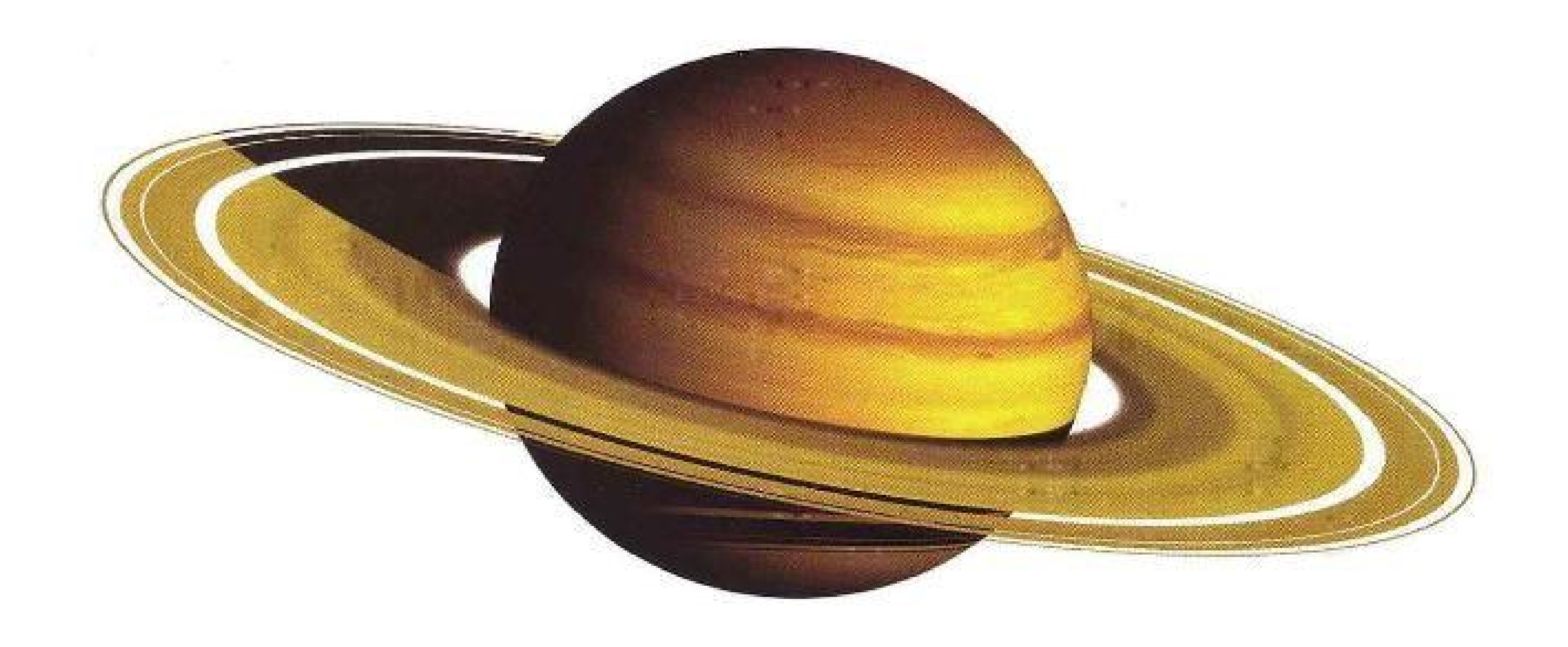


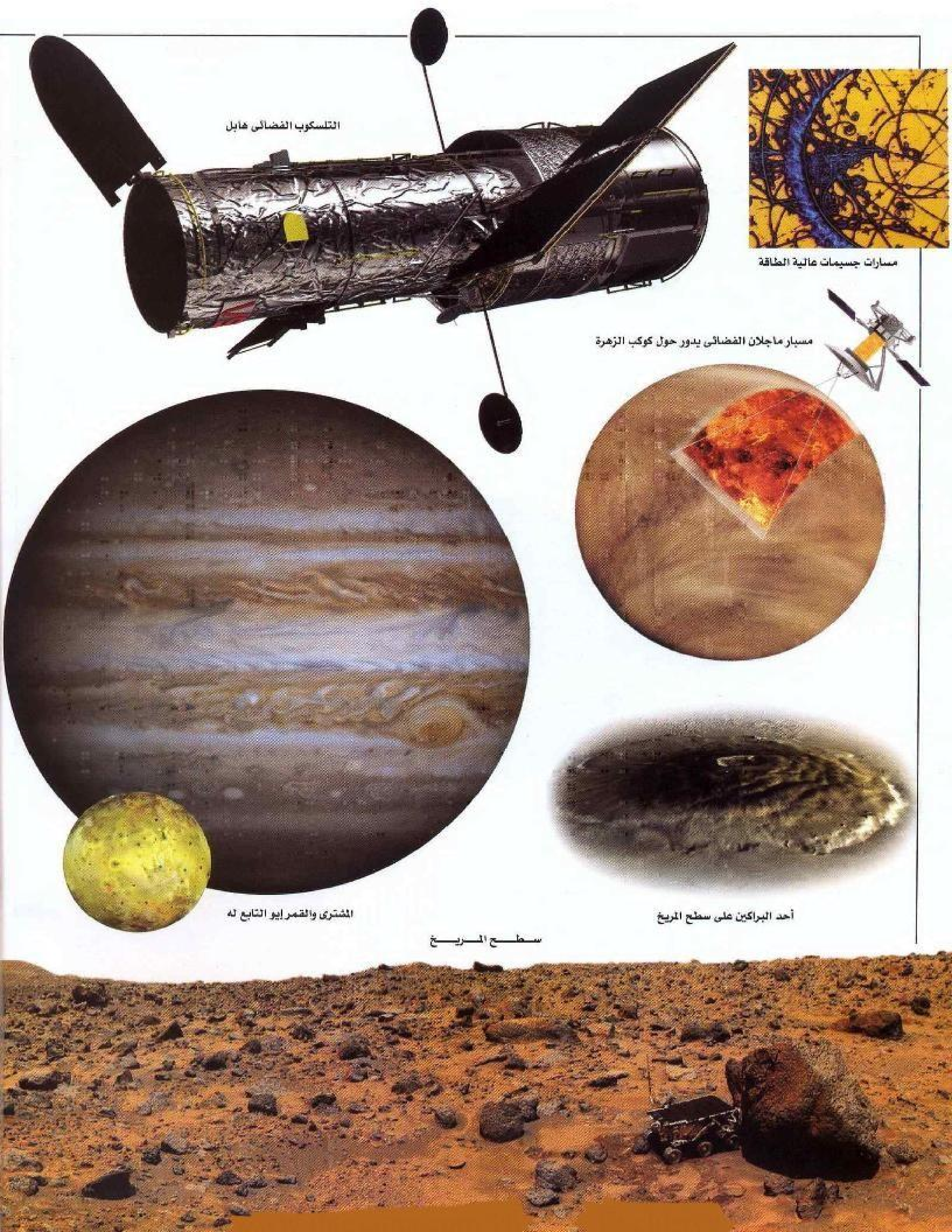
الك ... ن

... بداية من أبعد
... الشمسية

مشاهدات علمية

الكون





التلسكوب الفضائى هابل

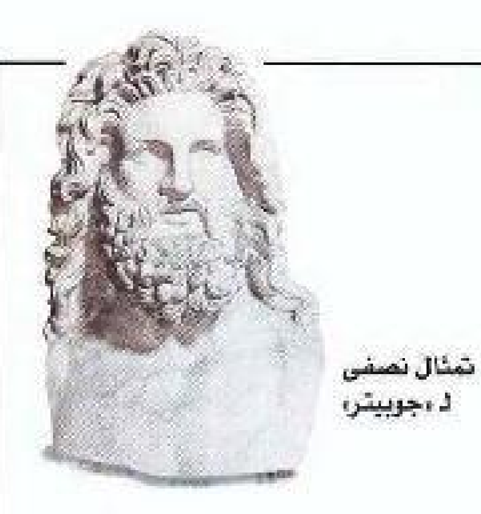
مسارات جسيمات عالية الطاقة

مسبار ماجلان الفضائى يدور حول كوكب الزهرة

المشترى والقمر إيو التابع له

أحد البراكين على سطح المريخ

سطح المريخ


تمثال نصفي
لـ «جوبيتر»


القمر الصناعي شاندرا
كاشف الأشعة السينية

مشاهدات علمية

الكون

تأليف: روبين كيرود



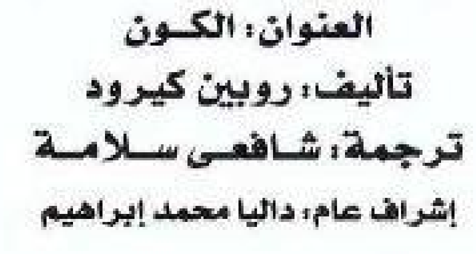



منظار التحليل الطيفى (المطياف)


كوكب المريخ


لب أحد النجوم الزائفة


كوكب الأرض


اسم السلسلة: مشاهدات علمية

العنوان: الكـون

تأليف: روبين كيرود

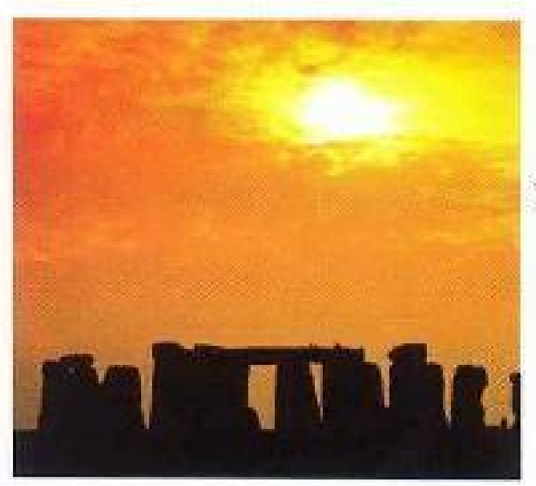
ترجمة: شـافعـى سـلامـة

إشراف عام: داليا محمد إبراهيم



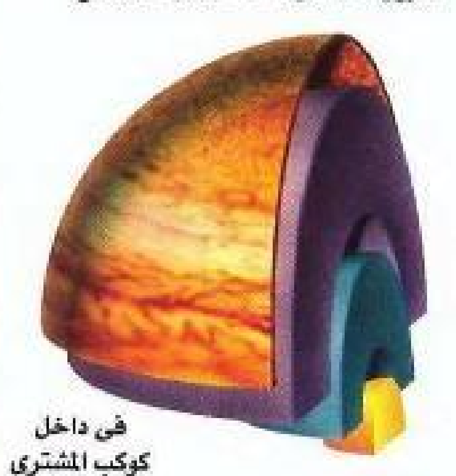
'A Dorling Kindersley Book'
www.dk.com
Original Title :Eyewitness Guides: Universe

Published by arrangement with Dorling Kindersley Limited,
80 Strand, London WC2R0RL.

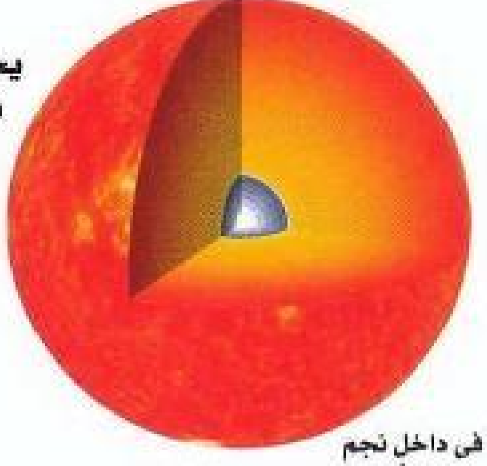

شروق الشمس عند أحجار ستونهنج

التلسكوب الراديوى المسمى «المصفوفة الكبرى»

ترجمة كتاب Universe
تصدرها شركة نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع
بترخيص من DK


فى داخل كوكب المشترى




فى داخل نجم عملاق أعظم

الترقيم الدولى: 3-3941-14-977 رقم الإيداع: 2007/16005 الطبعة 1: يوليو 2007

الإدارة العامة: 21 شارع أحمد عرابى - المهندسين - الجيزة تليفون: 33466434 - 33472864 02 فاكس: 33462576 02

المركز الرئيسى: 80 المنطقة الصناعية الرابعة - مدينة 6 أكتوبر تليفون: 38330287 - 38330289 02 فاكس: 38330296 02

مركز التوزيع: 18 شارع كامل صدقى - الفجالة - القاهرة تليفون: 25909827 - 25908895 02 فاكس: 25903395 02

فرع الإسكندرية: 408 طريق الحرية - رشدى تليفون: 5462090 03

فرع المنصورة: 13 شارع المستشفى الدولى التخصصى - متفرع من شارع عبد السلام عارف - مدينة السلام تليفون: 2221866 050

Website: www.nahdetmisr.com E-mail: publishing@nahdetmisr.com — customerservice@nahdetmisr.com

المحتويات



ما المقصود بالكون؟

الكون هو كل ما كان في الماضي وما هو كائن في الحاضر وما سوف يكون في المستقبل. إنه المساحة الضخمة من الفضاء التي بها عدد لا يحصى من المجرات التي تحوى النجوم والتي يجوبها الضوء والأشكال الأخرى من الإشعاع. عندما ننظر إلى ظلمة السماء في الليل، فإننا ما ننظر إلا إلى الأعماق اللجية التي لا قرار لها للكون. وعلى الرغم من أن النجوم التي نراها تبعد عنا تريليونات الكيلومترات، فإنها في الواقع ليست إلا نجومًا متجاورةً قريبةً؛ لأن اتساع الكون لا يمكن أن يدركه الخيال. وقد اندهش بنو البشر منذ فجر التاريخ من مشهد السماء التي ترصعها النجوم، وظل الإنسان يدرسها ويسبر أغوارها بطريقة منهجية منظمة لما لا يقل عن 5000 عام. لكن على الرغم من أن علم الفلك هو أقدم العلوم على الإطلاق، فإنه قد تغير بشكل مستمر على مدار تاريخه.

كوكب الأرض، سفينتنا الفضائية

كان طاقم سفينة الفضاء أبوللو 8 أول من رأى كوكب الأرض سابحًا بمفرده في الفضاء؛ وذلك في أثناء رحلتهم إلى القمر في عام 1968. أما غيرهم من رواد الفضاء فقد اقتربوا كثيرًا من كوكب الأرض ليشاهدوه بالكامل عن كثب؛ إنه سفينتنا الفضائية، ذلك الكوكب الجميل الذي يغلب عليه اللون الأزرق تشوبه السحب البيضاء، والذي نعرف أنه المكان الوحيد الذي توجد عليه حياة. وما من شك في أن هذا الكوكب يمثل أهمية بالغة لنا نحن أبناء الأرض، ولكنه لا يمثل شيئًا بالمرة في هذا الكون الشاسع مترامي الأطراف.

«إن تاريخ علم الفلك لهو تاريخ من الآفاق المتقلصة».

إدوين هابل
مكتشف وجود مجرات خارج مجرتنا

علماء الفلك القدامى

منذ ما يقرب من 4000 سنة مضت، كان البريطانيون القدماء لديهم ما يكفي من المعرفة بعلم الفلك؛ ليمكنهم من بناء ما يعتبره البعض أول مرصد بناه الإنسان وهو المرصد الحجري (ستونهنج). فقد تميز النسق الدائري الرابط بين الكتل الضخمة من أحجار المغلث والكتل الحجرية القائمة الأصغر حجمًا بوجود صور من المحاذاة كانت تشير إلى مواضع محددة للشمس والقمر خلال السنة. كذلك، فإن هناك الكثير من الآثار الأخرى حول العالم التي بها مثل هذه المحاذاة الفلكية.



الشمس تدور حول الأرض

كانت الأرض مركز الكون عند بطليموس

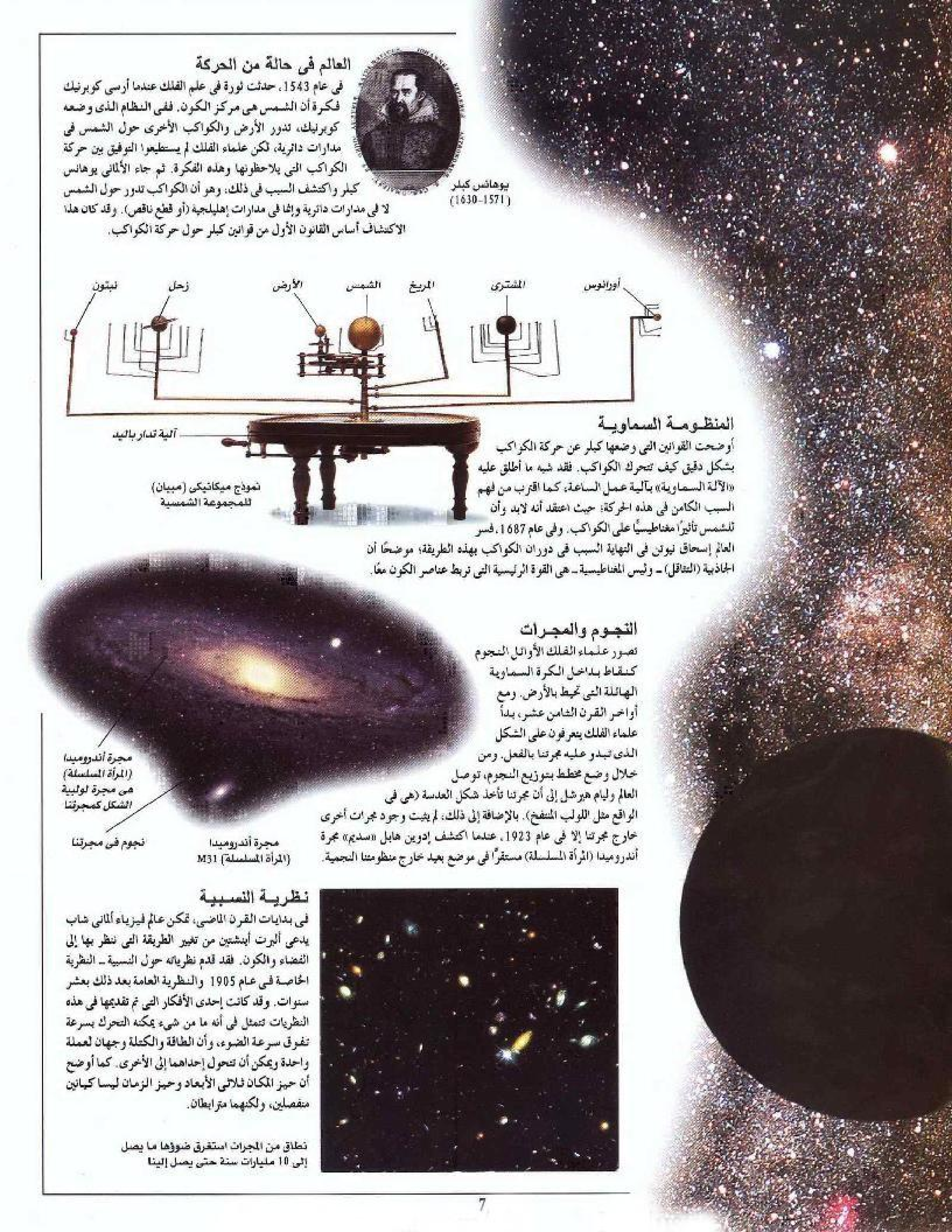
لوحة بابل الفلكية

علم التنجيم

نظر كهنة بابل القديمة إلى السماء بحثًا عن علامات خير أو شر، كانوا يعتقدون أنها ستؤثر على الشعب وعلى شئون الدولة. وقد قام علم التنجيم على أساس فكرة أن ما يحدث في السماء يؤثر على حياة البشر، وهو اعتقاد ظل سائدًا لآلاف السنين ولا يزال هناك من يعتنقونه حتى اليوم.

نظرة بطليموس للكون

أوجز آخر علماء الفلك العظماء القدامى، وهو يوناني كان يعيش في الإسكندرية ويدعى بطليموس، المفهوم القديم للكون وذلك في حوالي العام 150 ميلاديًا. وقد كان بطليموس يرى أن الأرض هي مركز الكون وأن الشمس والقمر والكواكب تدور حولها داخل كرة من النجوم الثابتة.



العالم فى حالة من الحركة

فى عام 1543، حدثت ثورة فى علم الفلك عندما أرسى كوبرنيك فكرة أن الشمس هى مركز الكون. ففى النظام الذى وضعه كوبرنيك، تدور الأرض والكواكب الأخرى حول الشمس فى مدارات دائرية، لكن علماء الفلك لم يستطيعوا التوفيق بين حركة الكواكب التى يلاحظونها وهذه الفكرة. ثم جاء الألمانى يوهانس كيلر واكتشف السبب فى ذلك: وهو أن الكواكب تدور حول الشمس لا فى مدارات دائرية وإنما فى مدارات إهليلجية (أو قطع ناقص). وقد كان هذا الاكتشاف أساس القانون الأول من قوانين كيلر حول حركة الكواكب.

يوهانس كبلر
(1571-1630)

نموذج ميكانيكى (مبيان) للمجموعة الشمسية

المنظومة السماوية

أوضحت القوانين التى وضعها كيلر عن حركة الكواكب بشكل دقيق كيف تتحرك الكواكب. فقد شبه ما أطلق عليه «الآلة السماوية» بآلية عمل الساعة، كما اقترب من فهم السبب الكامن فى هذه الحركة؛ حيث اعتقد أنه لابد وأن للشمس تأثيرًا مغناطيسيًا على الكواكب. وفى عام 1687، فسر العالم إسحاق نيوتن فى النهاية السبب فى دوران الكواكب بهذه الطريقة؛ موضحًا أن الجاذبية (التثاقل) ـ وليس المغناطيسية ـ هى القوة الرئيسية التى تربط عناصر الكون معًا.

النجوم والمجرات

تصور علماء الفلك الأوائل النجوم كنقاط بداخل الكرة السماوية الهائلة التى تحيط بالأرض. ومع أواخر القرن الثامن عشر، بدأ علماء الفلك يتعرفون على الشكل الذى تبدو عليه مجرتنا بالفعل. ومن خلال وضع مخطط بتوزيع النجوم، توصل العالم وليام هيرشل إلى أن مجرتنا تأخذ شكل العدسة (هى فى الواقع مثل اللولب المنتفخ). بالإضافة إلى ذلك؛ لم يثبت وجود مجرات أخرى خارج مجرتنا إلا فى عام 1923، عندما اكتشف إدوين هابل «سديم» مجرة أندروميدا (المرأة المسلسلة) مستقرًا فى موضع بعيد خارج منظومتنا النجمية.

مجرة أندروميدا (المرأة المسلسلة) هى مجرة لولبية الشكل كمجرتنا

نجوم فى مجرتنا

مجرة أندروميدا (المرأة المسلسلة) M31

نظرية النسبية

فى بدايات القرن الماضى، تمكن عالم فيزياء ألمانى شاب يدعى ألبرت أينشتين من تغيير الطريقة التى ننظر بها إلى الفضاء والكون. فقد قدم نظرياته حول النسبية ـ النظرية الخاصة فى عام 1905 والنظرية العامة بعد ذلك بعشر سنوات. وقد كانت إحدى الأفكار التى تم تقديمها فى هذه النظريات تتمثل فى أنه ما من شىء يمكنه التحرك بسرعة تفوق سرعة الضوء، وأن الطاقة والكتلة وجهان لعملة واحدة ويمكن أن تتحول إحداهما إلى الأخرى. كما أوضح أن حيز المكان ثلاثى الأبعاد وحيز الزمان ليسا كيانين منفصلين، ولكنهما مترابطان.

نطاق من المجرات استغرق ضوؤها ما يصل إلى 10 مليارات سنة حتى يصل إلينا

موقع الأرض من الكون

بالنسبة لنا نحن أبناء الأرض، يعد كوكبنا أهم شيء في الوجود. ومنذ فترة من الزمن ليست بالبعيدة، كان الناس يعتقدون أن الأرض هي مركز الكون. لكن لا مناص من الحقيقة؛ وهي أن الأرض - بالنسبة للكون ككل - لا تتمتع بأدنى درجة من الخصوصية. فهي لا تعدو كونها صخرة ضئيلة تدور حول نجم عادي جدًا في مجرة عادية أيضًا توجد في زاوية متناهية الصغر من الفضاء. جدير بالذكر أنه لا أحد يعلم إلى أي مدى يمتد الكون. لكن علماء الفلك يمكنهم الآن تحديد مواقع أجرام في الفضاء تبعد عنا لدرجة تجعل الضوء المنبعث منها يستغرق 12 مليار سنة من السباحة في الفضاء حتى يصل إلينا. يعني ذلك أن هذه الأجرام تبعد عنا بحوالي 120 مليون مليون مليار كيلومتر (70 مليون مليون مليار ميل) - مسافة لا تدركها عقولنا.

خريطة للعالم من القرون الوسطى

كون صغير

في العصور الوسطى، وقبل الرحلات الاستكشافية الكبرى والاكتشافات التي بدأت في القرن الخامس عشر، كان الناس يفترضون أن الأرض هي كل الكون. وقد أيد كثيرون فكرة أن الأرض مسطحة - أي أنك إذا ما ذهبت لأبعد نقطة ممكنة على سطح الأرض، فسوف تقع من فوق حافتها.

مقياس الكون

يتضح مدى ضآلة كوكب الأرض بالنسبة للكون ككل من خلال هذا الشكل الذي يضم تتابعًا من الصور، بداية من الحياة بمقاييس البشر ووصولاً إلى الفضاء الهائل فيما بين المجرات والذي لا يمكن قياس ضخامته. ومن الطرق التي تساعد على استيعاب مقياس الكون - التفكير في المدة الزمنية التي سوف يستغرقها السفر من مكان إلى آخر، وذلك بسرعة الضوء التي تبلغ 300000 كيلومتر في الثانية (186000 ميل في الثانية). وكثيرًا ما يستخدم علماء الفلك السنة الضوئية (والتي تقدر بمسافة 9,5 تريليون كيلومتر أو 5,9 تريليون ميل) كوحدة قياس للمسافات الكونية.



سحابة أورت من الأجسام الجليدية الشبيهة بالمذنبات تكون حدًا خارجيًا يحيط بالمجموعة الشمسية بالكامل. سوف تستغرق رحلة الوصول إلى سحابة أورت أكثر من ستة أشهر بسرعة الضوء.

من مسافة آلاف الكيلومترات، تظهر كتلة اليابسة على الأرض في وسط المحيطات الزرقاء.

عداءون في ماراثون يعبرون فوق جسر مزدحم.

قمر صناعي يدور في مداره على بعد مئات الكيلومترات فوق الأرض موجه إلى المدينة.

في المجموعة الشمسية، تحتل الأرض المركز الثالث في ترتيب الكواكب من حيث البعد عن الشمس. سوف تستغرق رحلة الوصول إلى الشمس حوالي 8 دقائق بسرعة الضوء.

رؤيتنا للكون

نحن ننظر إلى الكون من داخل طبقة من النجوم تكون القرص الخاص بمجرتنا. ويمكن أن نرى مدى كثافة النجوم إذا ما نظرنا للسطح المستوى لهذا القرص - وفي هذا الاتجاه تمتد المجرة لعشرات الآلاف من السنين الضوئية. وفي سماء الليل، نرى هذا الحزام الكثيف كطريق لبني. وفيما يتعلق بأي من جانبي هذا الطريق اللبني، فإننا ننظر فقط من خلال طبقة رقيقة من النجوم. ومن خلال الجمع بين صور الأقمار الصناعية للسماء من كل الاتجاهات، يمكننا أن نكون صورة كلية لما يمكن أن يكون عليه شكل الكون من داخل مجرتنا (الصورة إلى اليمين).



فى حين أن رحلة السفر إلى أقرب جيراننا من المجرات سوف تستغرق فقط بضع مئات من الآلاف من السنوات بسرعة الضوء، فإن الرحلة إلى معظم المجرات سوف تتطلب زمنًا يصل إلى ملايين السنين. أما المجرات الأبعد فسوف تستغرق رحلة السفر إليها مليارات السنين.

يستغرق الوصول إلى أقرب نجم ما يزيد عن 4 سنوات بسرعة الضوء. أما الانتقال من أحد طرفى المجرة إلى الأخر فسوف يستغرق حوالى 100000 سنة.

صورة عائلية

منذ بداية عصر الفضاء، زادت معرفتنا بجيراننا فى الفضاء من الكواكب بشكل كبير، ففى رحلة استكشافية مهمة استغرقت اثنى عشر عامًا، تمكن مسبارا فويجر الفضائيان من زيارة كل الكواكب العملاقة الأربعة وهى المشترى وزحل وأورانوس ونبتون. وفى عام 1990، تغير اتجاه المسبار الفضائى «فويجر 1» فى طريقه للخروج من المجموعة الشمسية والتقط بعض الصور لستة من الكواكب. تبدو هذه الكواكب كنقاط صغيرة سابحة فى الفضاء الفسيح.

الكون المحلى

من خلال استخدام التلسكوبات القوية الضخمة، يتمكن علماء الفلك من مشاهدة المجرات فى كل اتجاه ينظرون إليه. توضح الصورة أعلاه تخطيطًا لمواقع حوالى مليونى مجرة فى منطقة واحدة من الفضاء. وتوضح الدراسة المتأنية أن المجرات تنتظم فى شكل حشود وحشود ضخمة، والتى بدورها تكون أشرطة وأحزمة حول مساحات شاسعة من الفضاء أو الفراغ ـ وهذه هى البنية الكبرى للكون.

كيف يعمل الكون؟

يتألف الكون من مجموعة من الجزر المتناثرة من المادة فى محيط شاسع من الفضاء الفارغ. وتنتقل الطاقة عبر الكون فى شكل ضوء وإشعاعات أخرى. وتحدد القوانين والقوى الأساسية فى الكون الشكل الذى تأخذه المادة والطريقة التى تتصرف بها. كذلك، تعمل القوة الأقوى من بين القوى الأساسية الأربع (القوة القوية) على ربط الجسيمات معًا داخل أنوية الذرات. كما تعمل القوتان الضعيفة والكهرومغناطيسية أيضًا فى داخل الذرة. فتعمل الكهرومغناطيسية على ربط الإلكترونات بالنواة؛ كما تتسبب أيضًا فى وجود ظاهرتى الكهربائية والمغناطيسية. وتعتبر قوة الجاذبية (التثاقل) هى الأضعف من بين القوى الأساسية، ولكن عملها يمتد لمسافات أكبر للحفاظ على تماسك عناصر الكون معًا.

قطرة ماء

يتكون جزىء الماء من ذرة أكسجين وذرتين هيدروجين

فى داخل الذرة، تدور الإلكترونات فى مدار حول نواة متناهية الصغر

تتميز البروتونات بأن لها شحنة كهربائية موجبة

ليس للنيوترونات شحنة كهربائية

تتميز الإلكترونات بأن لها شحنة كهربائية سالبة

النواة

تتكون البروتونات والنيوترونات من جسيمات أصغر يطلق عليها الكواركات

فى داخل الذرة

ليس صحيحًا أن الذرات التى تتكون منها المادة غير قابلة للانقسام، كما كان يظن ديموكريتوس ودالتون. فالذرات بدورها تتكون من جسيمات دون ذرية أصغر حجمًا. والجسيمات الثلاثة الرئيسية فى الذرة هى البروتونات والنيوترونات والإلكترونات. وذلك حيث توجد البروتونات والنيوترونات فى مركز الذرة، أو ما يطلق عليه النواة، فى حين تدور الإلكترونات فى مدارات حول نواة الذرة.

العناصر والذرات

اعتقد الفيلسوف اليونانى إمبيدوكليس (الذى عاش فى الفترة بين 490 و430 قبل الميلاد تقريبًا) أن المادة تتألف من أربعة مكونات أو عناصر هى النار والهواء والماء والتراب. أما زميله الفيلسوف ديموكريتوس (الذى عاش فى الفترة بين 460 و370 قبل الميلاد تقريبًا) فقد اعتقد بدلاً من ذلك أن المادة تتكون من أجزاء متناهية فى الصغر لا يمكن تجزئتها، أسماها الذرات. وقد ظلت أفكار هذا الفيلسوف فى طى النسيان حتى جاء الكيميائى الإنجليزى جون دالتون (1766-1844) ووضع أسس النظرية الذرية الحديثة فى عام 1808. تتلخص هذه النظرية فى أن المادة تتكون من مجموعة من العناصر الكيميائية المختلفة، ولكل منها شكل متفرد بسبب تكونها من ذرات مختلفة.

إمبيدوكليس

موجات راديوية (طول الموجة 1 مليمتر أو أكثر)

قمة الموجة

قاع الموجة

قاع الموجة

طول الموجة

عائلة من الموجات

يأخذ الإشعاع الذى يحمل الطاقة عبر الكون شكل تشوشات كهربية ومغناطيسية تطلق عليها اسم الموجات الكهرومغناطيسية. وهناك أنواع كثيرة من الإشعاعات تختلف فى طول الموجة - وطول الموجة هو المسافة بين قمة الموجة أو أعلى نقطة من الموجة والقمة التى تليها أو بين قاع الموجة والذى يليه. والضوء المرئى هو أحد أنواع الإشعاع الذى يمكن لأعيننا التعرف عليه ورؤيته، وتتراوح أطواله الموجية بين 390 و700 نانومتر ونشاهدها فى شكل ألوان من البنفسجى إلى الأحمر (والنانومتر هو جزء من مليار جزء من المتر). كما أن هناك أطوال موجات غير مرئية أقصر فى الطول من الضوء البنفسجى وأطول من الضوء الأحمر. فطول الموجة فى أشعة جاما لا يتعدى أجزاء من النانومتر الواحد، فى حين أن الموجات الراديوية قد يصل طولها إلى عدة كيلومترات.



مسارات الجسيمات كما يعرضها مركز الأبحاث النووية الأوروبى فى جنيف

القطبان المتشابهان من المغناطيس يتنافران

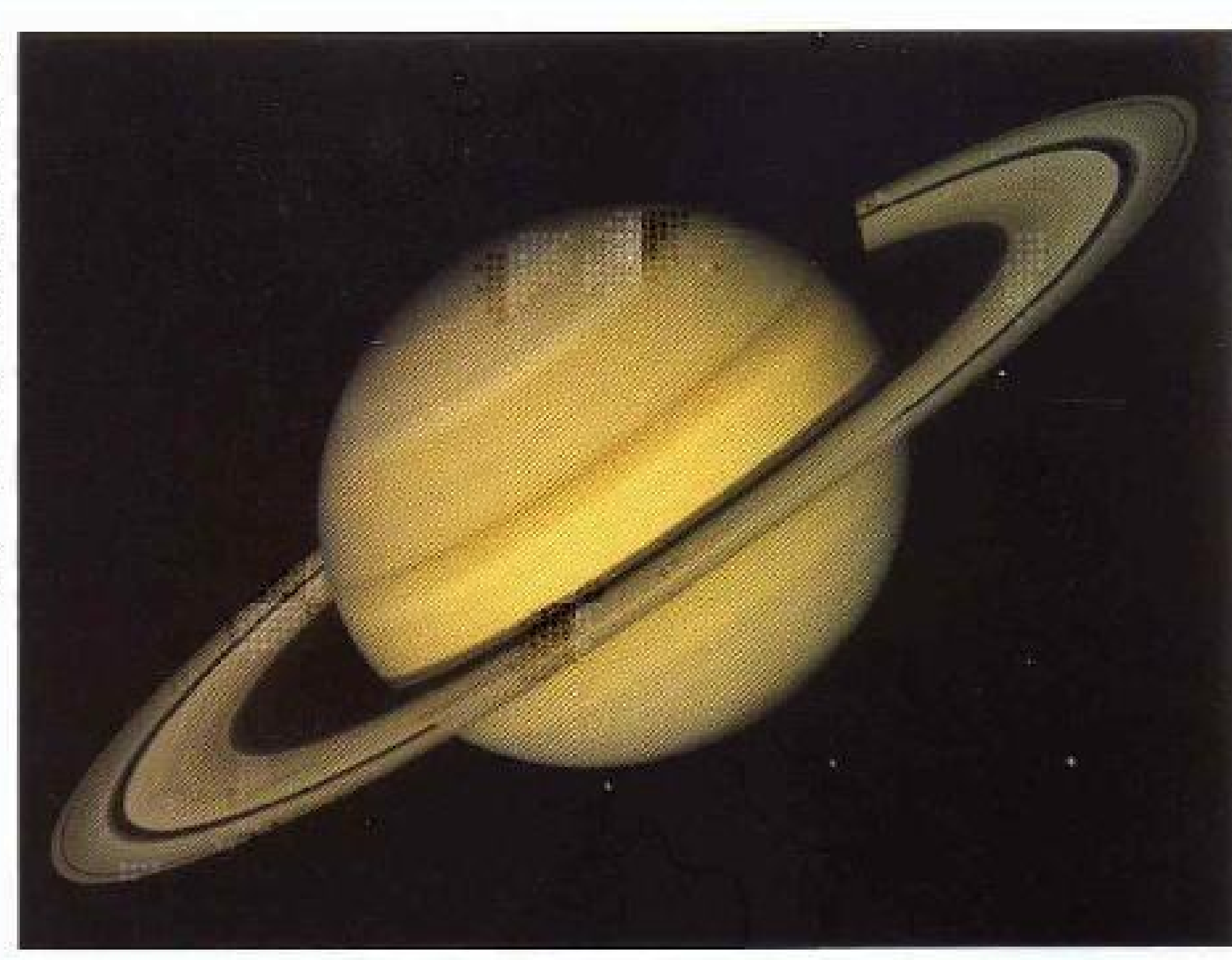
تكشف برادة الحديد وجود خطوط غير مرئية من المجال المغناطيسى

المغناطيسية

المغناطيسية هى القوة التى تجعل المغناطيس يجذب برادة الحديد. كذلك، فإن للأرض مغناطيسية أيضًا. وعند تعليق المغناطيس تعليقًا حرًا، فإنه سوف يوجه نفسه بحيث يكون قطباه باتجاه الشمال والجنوب؛ أى فى اتجاه المجال المغناطيسى لكوكبنا الأرض. وتمتد مغناطيسية الأرض لمسافة بعيدة فى الفضاء مكونة منطقة تحيط بالأرض شبيهة بالفقاعة يطلق عليها الكرة المغناطيسية. كذلك تتمتع كواكب أخرى بمجالات مغناطيسية قوية، وينطبق ذلك أيضًا على الشمس والنجوم.

سبر أغوار الذرة

يستعين علماء الفيزياء بآلات قوية للغاية يطلق عليها مسرعات الجسيمات، أو «محطمات الذرات»، للتعرف على بنية الذرات. وتعمل هذه الآلات على زيادة سرعة حزم الجسيمات دون الذرية حتى ترتطم بالذرات أو حزم جسيمات أخرى. وينتج عن قوة التصادم تيارات من الجسيمات دون الذرية، والتى تتبعها آثار من فقاعات متناهية فى الصغر تظهر فى أجهزة الكشف ويطلق عليها غرف الفقاعات.



الجاذبيـــة

وضع العالم الإنجليزى إسحاق نيوتن (1642-1727) القانون الأساسى للجاذبية وهو أن كل جسم يجذب إليه كل جسم آخر بسبب كتلته. فكلما زادت كتلة الجسم، زادت قوة الجذب الناتجة عنه. وحيث تبلغ كتلة كوكب زحل حوالى 100 مرة قدر كتلة الأرض، فإن له جاذبية هائلة. إن قوة الجاذبية هذه تبقى على حلقات من الجسيمات تدور حول خط الاستواء لهذا الكوكب كما تجعل 30 قمرًا على الأقل تدور حوله فى مدارات ثابتة. فى المقابل، يقع كوكب زحل فى نطاق قبضة جاذبية الشمس، مثله فى ذلك مثل بقية الكواكب. فجاذبية الشمس تمتد إلى مسافة تريليونات الكيلومترات فى الفضاء.

صورة لكوكب زحل والحلقات التى تدور حوله واثنين من أقماره التقطها تلسكوب هابل الفضائى

«إن أكثر ما لا يفهَمُ عن الكون هو أنه قابل للفهم».

ألبرت أينشتين

أشعة جاما
(تصل إلى 0,001 نانومتر)

الأشعة السينية
(من 0,001 نانومتر إلى 10 نانومتر)

الأشعة فوق البنفسجية
(من 10 نانومتر إلى 390 نانومتر)

الأشعة تحت الحمراء
(من 700 نانومتر إلى 1 ملليمتر)

الضوء المرئى
(من 390 نانومتر إلى 700 نانومتر)

صورة التقطها مرصد فضائى للأشعة تحت الحمراء لمنطقة تكون النجوم «رو أوفيوكى»

مرصد أوروبا الفضائى للأشعة تحت الحمراء



الكـون الخفـى

نرى معالم الكون بأعيننا كما تبدو فى الضوء المرئى. لكن الكون تنبعث منه أيضًا إشعاعات بأطوال موجات غير مرئية، بدءًا من أشعة جاما ووصولاً إلى الموجات الراديوية. ويمكننا دراسة الموجات الراديوية المنبعثة من السماء باستخدام تلسكوبات راديوية موجودة على الأرض. أما الإشعاعات غير المرئية الأخرى، فلا يمكن دراستها إلا من خلال الفضاء، وذلك باستخدام الأقمار الصناعية. ولو كان بمقدورنا أن نرى على مستوى الأطوال الموجية الأخرى، لبدا الكون لنا بشكل مختلف تمامًا.

الطاقـة والضـوء

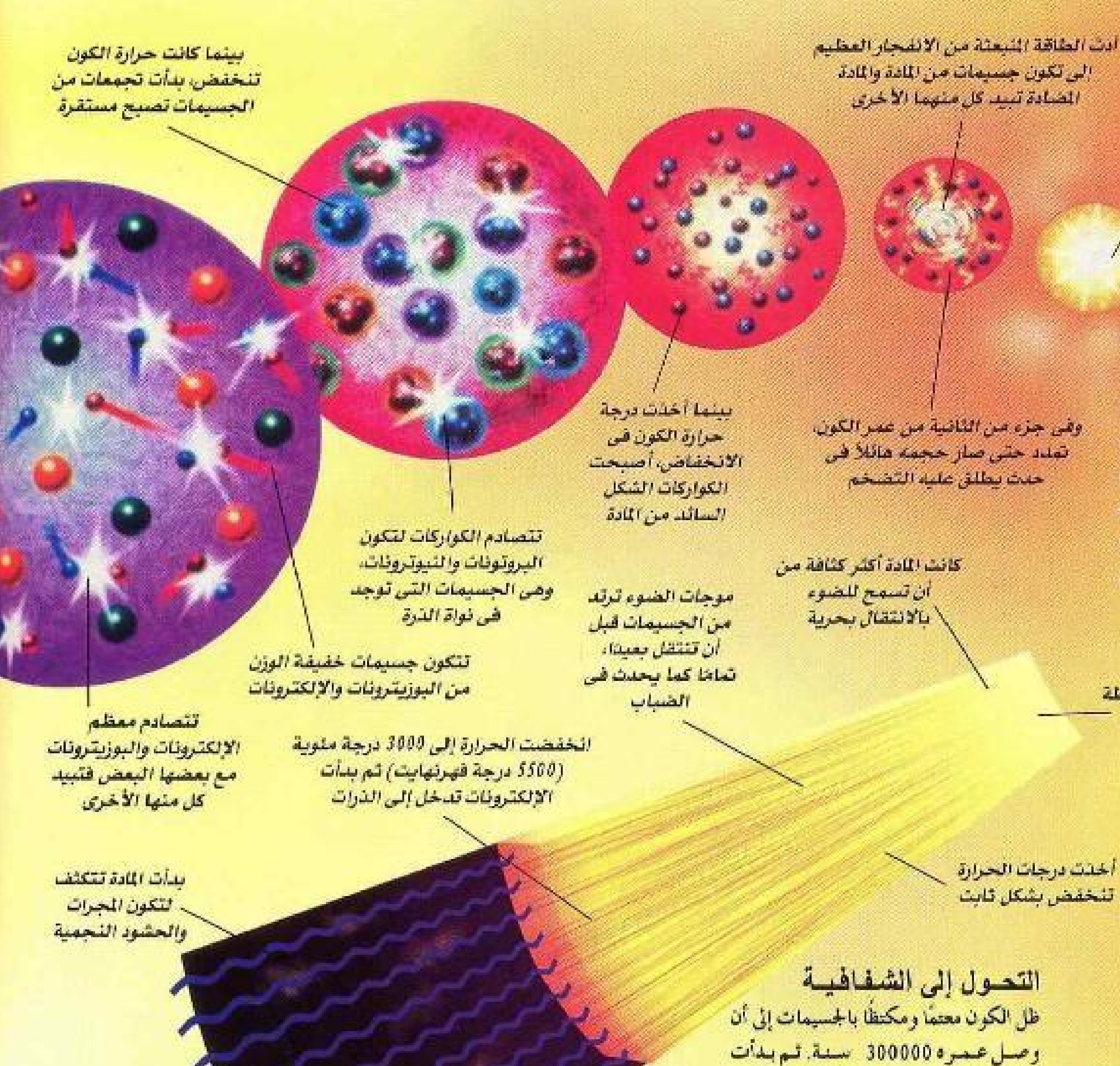
إذا قمت بتسخين قضيب من الحديد فى النار، فإن لونه يتحول من الرمادى إلى اللون الأحمر الباهت ثم إلى اللون الأحمر الزاهى وبعد ذلك إلى اللون الأبيض المصفر. فعندما ترتفع درجة الحرارة، يطلق الحديد أطوالاً موجية (ألوانًا) من الضوء أقصر فى الطول. وينطبق الأمر نفسه على الفضاء - فالنجوم الحمراء الأقل حرارة تصل درجة حرارتها إلى أقل من 3000 درجة مئوية (5400 درجة فهرنهايت)، فى حين أن النجوم الأعلى حرارة ذات اللون الأبيض المائل إلى الزرقة تصل درجة الحرارة فيها إلى ما يزيد عن عشرة أضعاف الرقم السابق. حتى الأجرام الأكثر سخونة والأعلى طاقة ينبعث منها فى الغالب إشعاعات فوق بنفسجية وأخرى سينية.

نشـــأة الكــون

إن لدينا فكرة جيدة عن الشكل الذى يبدو عليه الكون فى الوقت الحالى وعن كيفية عمله. ولكن من أين أتى الكون؟ وكم يبلغ عمره؟ وكيف تطور؟ وما الذى سوف يحدث له فى المستقبل؟ إن الفرع من علم الفلك الذى يتم من خلاله دراسة هذه الأسئلة ومحاولة الإجابة عنها يطلق عليه علم الكون. ويعتقد علماء الكون أنهم على علم بتوقيت وكيفية نشأة الكون وتطوره، وذلك على الرغم من أنهم ليسوا على الدرجة نفسها من اليقين فيما يتعلق بالكيفية التى سوف تحدث من خلالها نهاية الكون (انظر صفحة 14). ويعتقد هؤلاء العلماء أن السبب فى نشأة الكون يعود إلى انفجار ضخم يطلق عليه الانفجار العظيم، والذى حدث منذ ما يقرب من 12 مليار سنة مضت ولا يزال الكون بسببه حتى الآن فى اتساع. ومن المدهش أن علماء الكون قد توصلوا إلى معرفة تاريخ نشأة الكون منذ أن كان عمره لا يتعدى جزءًا واحدًا من عشرة ملايين تريليون تريليون تريليون جزء من الثانية. وكانت تلك هى لحظة ميلاد قوانين الفيزياء وقوى الطبيعة الأساسية التى نعرفها الآن.

ماذا كان فيما قبل؟

إن السؤال «ماذا كان قبل الانفجار العظيم؟» سؤال غامض. فلا نعرف هل كان هناك شيء قبل الانفجار العظيم مثل وجود المادة أو الفضاء أو الإشعاع، أو قوانين الفيزياء، وإنما ظهر الكون إلى الوجود بعد الانفجار العظيم. ومنذ تلك اللحظة يمكننا حساب عمر الكون تمامًا مثلما نحسب عمر الطفل الوليد منذ لحظة ولادته.



كيف تطور الكون؟

حدثت التغيرات الأشد عنفًا فى تاريخ نشأة الكون خلال الدقائق الثلاث الأولى بعد الانفجار العظيم. فى أثناء هذا الوقت انخفضت درجة حرارة الكون من عدد لا يحصى من تريليونات التريليونات من الدرجات المئوية إلى حوالى مليار درجة مئوية. وقد سمح هذا الانخفاض الشديد فى درجة الحرارة بتحول الطاقة إلى جسيمات دون ذرية، مثل الإلكترونات وأنوية الهيدروجين والهيليوم. لكن الأمر استغرق 300000 سنة أخرى حتى تتحد هذه الجسيمات لتكوّن ذرات الهيدروجين والهيليوم، التى مثلت بعد ذلك الأساس الذى نشأت منه أولى المجرات.

التحول إلى الشفافية

ظل الكون معتمًا ومكتظًا بالجسيمات إلى أن وصل عمره 300000 سنة. ثم بدأت الإلكترونات تتحد مع أنوية الذرات لتكوين الذرات الأولى، وهو الحدث الذى يطلق عليه منع الاقتران. بعد هذا الحدث، انقشع ضباب الجسيمات فجأة، وأصبح بإمكان الإشعاع الانتقال إلى مسافات طويلة للمرة الأولى. لقد أصبح الكون شفافًا.

القس جورج لوميتر

فى حوالى العام 1930، تقدم جورج لوميتر (1894-1966)، وهو رجل دين بلجيكى تحوّل ليصبح متخصصًا فى علم الكون، باقتراح أن الكون نشأ فى لحظة واحدة عندما انفجرت «ذرة بدائية»، فتناثرت المادة فى الفضاء ثم تكثفت بعد ذلك فى النهاية لتكون النجوم والمجرات. لقد وضعت أفكار لوميتر الأساس الذى قامت عليه نظرية الانفجار العظيم.



بنزياس وويلسون مع الهوائي الذي اخترعاه على شكل البوق لكشف الموجات الراديوية

التموجات في الكون

حتى تتكون المجرات التي نراها اليوم، لابد وأن يكون الكون «مكتلاً» - حتى في المراحل المبكرة من عمره، لابد وأن تكون المادة قد تكتلت مع بعضها البعض في مناطق معينة. وقد تم من خلال القمر الصناعي مستكشف الخلفية الكونية (COBE) وضع أول خريطة دقيقة للإشعاع الذي تخلف عن الانفجار العظيم (الصورة أعلاه). وتوضح هذه الخريطة تغيرات طفيفة في درجة حرارة الخلفية، والتي يعتقد أنها تعكس التكتل الذي حدث في المراحل الأولى من الكون.

أصداء الانفجار العظيم

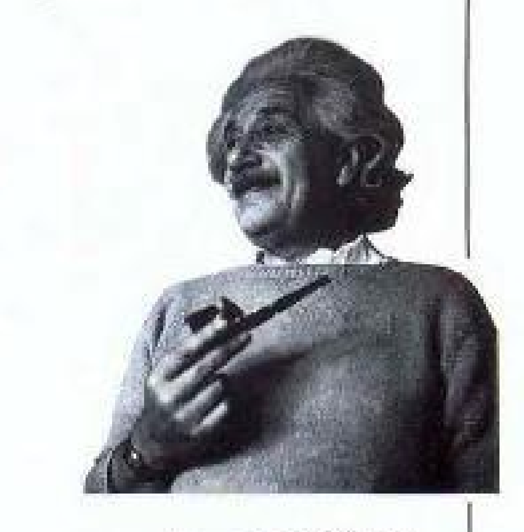
إذا كان الانفجار العظيم قد حدث بالفعل، فإن علماء الفيزياء قد أجروا حسابات مفادها أن درجة حرارة الكون ككل كان يجب أن تكون قد انخفضت الآن إلى حوالي 3 درجات مئوية (5,5 درجة فهرنهايت) فوق الصفر المطلق - الذي هو عند درجة حرارة -273 درجة مئوية (-459 درجة فهرنهايت). في عام 1965، تمكن عالما الفيزياء الأمريكيان أرنو بنزياس وروبرت ويلسون من التقاط إشارات راديوية ضعيفة آتية من كل جوانب السماء. وكانت هذه الإشارات معادلة لدرجة حرارة خلفية كونية تساوي حوالي -270 درجة مئوية (-454 درجة فهرنهايت)، وهو ما يمثل دليلاً مقنعًا على حدوث الانفجار العظيم.

بوميرانج

يتم من خلال المشروع الأمريكي الأوربي المشترك الذي يطلق عليه بوميرانج (BOOMERANG) إرسال أجهزة تستشعر الموجات الميكرونية في طبقة الاستراتوسفير حول القارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) وذلك من خلال حمل هذه الأجهزة على مناطيد. وتمتد مثل هذه المهام إلى عشرة أيام في الغالب حيث يركب المنطاد الرياح التي تدور حول القطب الجنوبي. ومن خلال تبريد أجهزة الكشف المستخدمة في هذا المشروع إلى جزء من الدرجة فوق الصفر المطلق، يمكن وضع خريطة لخلفية الموجات الميكرونية بقدر كبير من الدقة.



مصير الكون



لقد أدى الانفجار العظيم إلى نشأة الكون وبدء نموه، ومنذ ذلك الحين والكون فى اتساع مستمر. ولكن ما الذى سيحدث فى المستقبل ـ أى ما المصير النهائى للكون؟ هل هو كون مفتوح سوف يظل يتسع إلى ما لا نهاية؟ أم أنه كون مغلق سوف يتوقف فى يوم ما عن الاتساع بل وربما ينكمش؟ إن الإجابة عن هذا السؤال تعتمد على مقدار المادة الموجودة فى الكون. فإذا كان هناك قدر كافٍ من المادة، فإن الجاذبية سوف تسود يومًا فى كل المجرات ويتوقف الكون عن الاتساع. أما إذا لم يكن هناك قدر كافٍ من المادة، فإن الكون سوف يظل يتسع إلى الأبد. ومن المؤكد أنه ليس هناك فى الكون القدر الكافى من المادة المرئية لتوقفه عن الاتساع. لكن ربما يكون هناك قدر كافٍ من المادة غير المرئية، أو المادة السوداء.

خطأ أينشتين؟

فى عام 1917، عندما شرع ألبرت أينشتين (1879–1955) فى شرح الكون بشكل رياضى، أدخل فى صيغه ما أسماه «ثابت كونى» ـ والذى هو عبارة عن قوة خارجية تمنع الكون من الانكماش. فى هذا الوقت، لم يكن أينشتين يعلم أن الكون فى الواقع يتسع باستمرار. وقد تم إحياء هذه الفكرة «الخاطئة» مؤخرًا مع توظيف مفهوم الطاقة السوداء.

اتساع الكون

عند النظر من الأرض، نجد أن المجرات تتحرك مبتعدةً عنا فى كل اتجاه. ولا تبتعد المجرات عن الأرض فقط، ولكنها تبتعد عن بعضها البعض أيضًا. ويمكن تخيل هذا الاتساع عن طريق النظر إلى الكون باعتباره بالونًا تتناثر المجرات على سطحه. ومع كل نفخة إضافية فى البالون، يتسع الكون، وتتباعد المجرات عن بعضها بشكل أكبر.

الكون منذ عدة مليارات من السنين

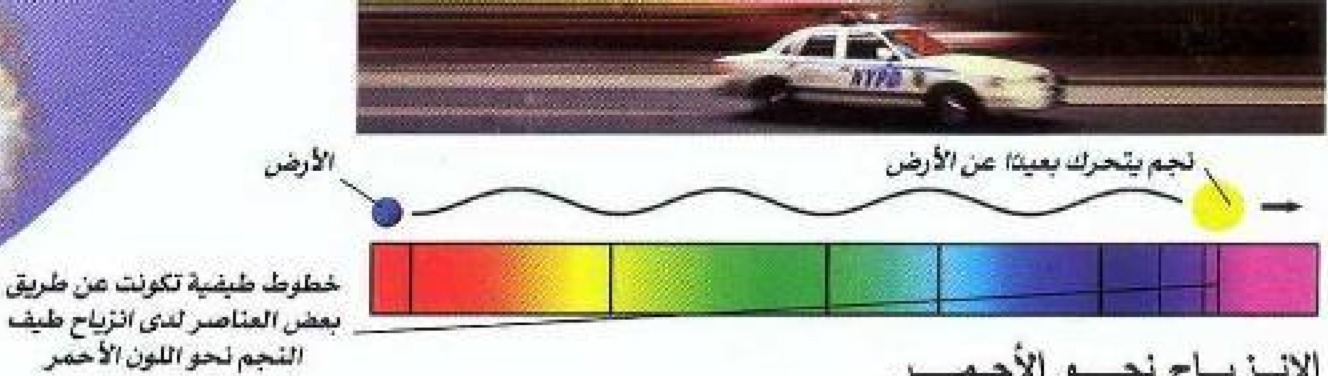
تتطور بنية المجرات أيضًا بمرور الوقت

الكون منذ بضعة مليارات من السنين



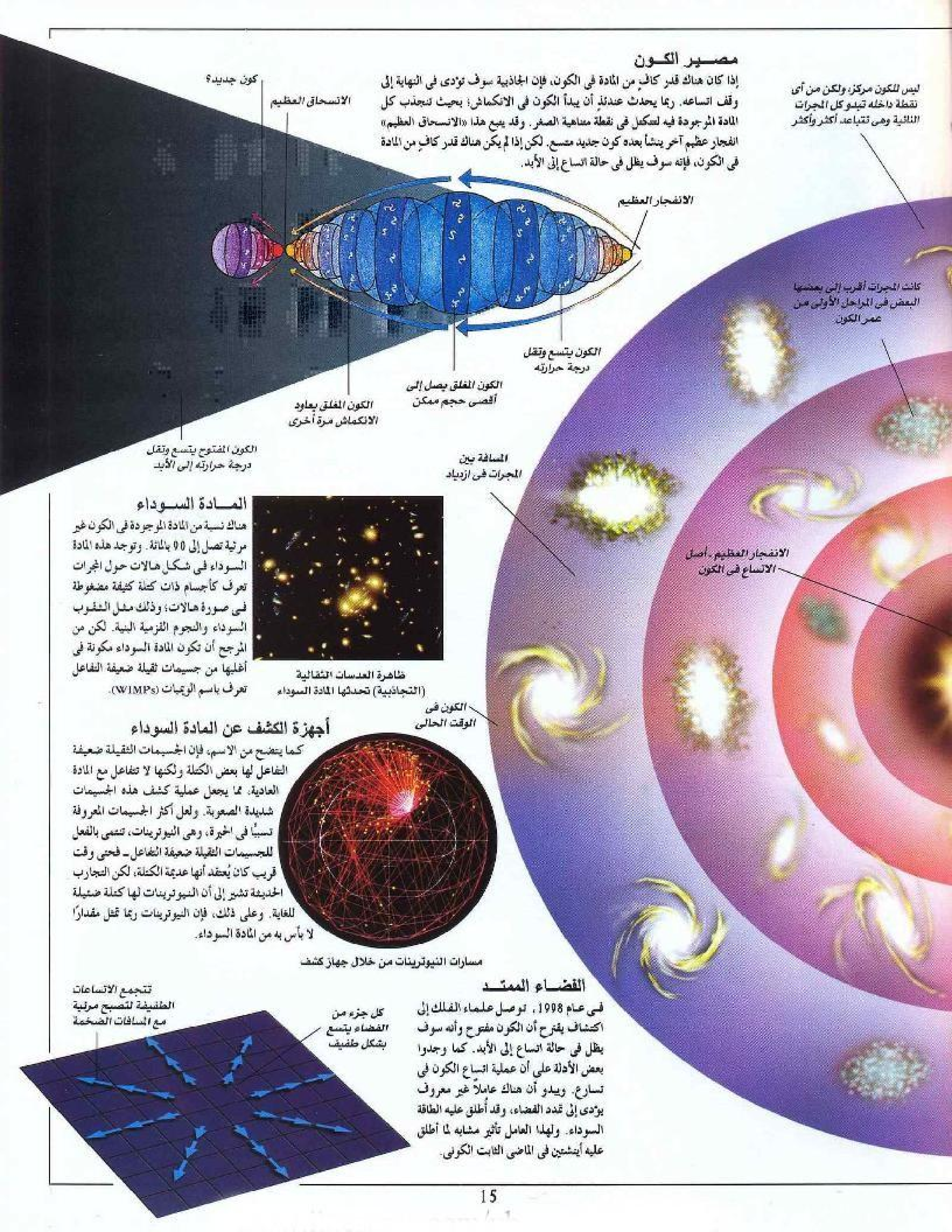
الكون المتسع

فى عام 1917، لاحظ عالم الفلك الأمريكى فيستو سليفر أن معظم المجرات التى قام بدراستها تتحرك مبتعدة عن الأرض (انظر الصورة أدناه). لقد بدا أن الكون فى حالة اتساع. وباستخدام تلسكوب هوكر (انظر الصورة أعلاه) فى مرصد جبل ويلسون، اكتشف إدوين هابل أن معدل الاتساع يعتمد على المسافة أو البعد. فكلما زاد ابتعاد المجرة، زادت سرعة تحركها فى الفضاء.



الانزياح نحو الأحمر

عندما تمر بنا سيارة طوارئ مسرعة، فإننا نسمع انخفاضًا فى حدة صوت صفارة الإنذار الخاصة بها. ما يحدث أن طول موجات الصوت التى تصل إلينا يتمدد مع ابتعاد مصدر الصوت حيث تستغرق كل موجة وقتًا أطول للوصول إلينا. بطريقة مشابهة، فإن موجات الضوء المنبعث من المجرة المبتعدة تمتد إلى أطوال موجات أكثر طولاً (أى أشد احمرارًا). ومن الصعب الكشف عن التغير فى اللون، لكن من السهل قياس الانزياح فى اللون من خلال التغيرات فى «الخطوط الطيفية» الداكنة.



مصير الكون

إذا كان هناك قدر كافٍ من المادة في الكون، فإن الجاذبية سوف تؤدى في النهاية إلى وقف اتساعه. ربما يحدث عندئذٍ أن يبدأ الكون في الانكماش؛ بحيث تنجذب كل المادة الموجودة فيه لتتكتل في نقطة متناهية الصغر. وقد يتبع هذا «الانسحاق العظيم» انفجار عظيم آخر ينشأ بعده كون جديد متسع. لكن إذا لم يكن هناك قدر كافٍ من المادة في الكون، فإنه سوف يظل في حالة اتساع إلى الأبد.

المادة السوداء

هناك نسبة من المادة الموجودة في الكون غير مرئية تصل إلى 90 بالمائة. وتوجد هذه المادة السوداء في شكل هالات حول المجرات تعرف كأجسام ذات كتلة كثيفة مضغوطة في صورة هالات؛ وذلك مثل الثقوب السوداء والنجوم القزمية البنية. لكن من المرجح أن تكون المادة السوداء مكونة في أغلبها من جسيمات ثقيلة ضعيفة التفاعل تعرف باسم الويمبات (WIMPs).

ظاهرة العدسات الثقالية (التجاذبية) تحدثها المادة السوداء

أجهزة الكشف عن المادة السوداء

كما يتضح من الاسم، فإن الجسيمات الثقيلة ضعيفة التفاعل لها بعض الكتلة ولكنها لا تتفاعل مع المادة العادية، مما يجعل عملية كشف هذه الجسيمات شديدة الصعوبة. ولعل أكثر الجسيمات المعروفة تسببًا في الحيرة، وهي النيوترينات، تنتمي بالفعل للجسيمات الثقيلة ضعيفة التفاعل - فحتى وقت قريب كان يُعتقد أنها عديمة الكتلة، لكن التجارب الحديثة تشير إلى أن النيوترينات لها كتلة ضئيلة للغاية. وعلى ذلك، فإن النيوترينات ربما تمثل مقدارًا لا بأس به من المادة السوداء.

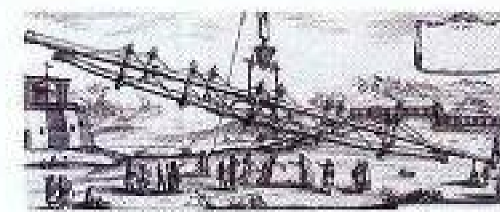
مسارات النيوترينات من خلال جهاز كشف

الفضاء الممتد

في عام 1998، توصل علماء الفلك إلى اكتشاف يقترح أن الكون مفتوح وأنه سوف يظل في حالة اتساع إلى الأبد. كما وجدوا بعض الأدلة على أن عملية اتساع الكون في تسارع. ويبدو أن هناك عاملاً غير معروف يؤدى إلى تمدد الفضاء، وقد أُطلق عليه الطاقة السوداء. ولهذا العامل تأثير مشابه لما أطلق عليه أينشتين في الماضي الثابت الكوني.

استكشـاف الكـون

قضى علماء الفلك أكثر من خمسة آلاف سنة يراقبون السماء، ويدرسون النجوم والكوكبات، ويتابعون القمر مع اختلاف أوجهه، ويرقبون الكواكب وهي تسبح خلال دائرة البروج، وكذلك ينظرون إلى المذنبات التي تتحرك جيئة وذهابًا ويشهدون كسوف الشمس وخسوف القمر. وقد حدثت قفزة عملاقة في علم الفلك عندما وجه جاليليو للمرة الأولى تلسكوبًا إلى السماء في عام 1609. فمنذ ذلك الحين، تمت الاستعانة بتلسكوبات أكبر في الحجم للكشف عن المزيد والمزيد من الأسرار الموجودة في كون أكثر اتساعًا مما يمكن لأي شخص أن يتخيل. كما تم بناء أنواع أخرى من التلسكوبات لدراسة الإشعاعات غير المرئية التي تنبعث من النجوم والمجرات. وتجدر الإشارة إلى أنه من الممكن دراسة الموجات الراديوية من الأرض، لكن هناك أنواعًا أخرى من الأشعة لا بد من دراستها في الفضاء لأن الغلاف الجوي للأرض يمتصها عند مرورها من خلاله.



النظر باستخدام العدسات

وصل بعض التلسكوبات التي تستخدم فيها العدسات، أو ما يطلق عليه التلسكوبات الكاسرة، التي استخدمها علماء الفلك الأوائل إلى أحجام مدهشة. فقد استخدموا عدسات صغيرة مجمعة للضوء ذات «بعد بؤرى» طويل لتحقيق قدر أكبر من التكبير. فقد وصل طول «التلسكوب الهوائي» العملاق (انظر الصورة أعلاه) الذي صنعه كريستيان هيجنز إلى 64 مترًا (210 أقدام).

أشعة الضوء الآتية من الخارج

العينية

أشعة الضوء المنعكسة بالداخل

فتحة تسمح للضوء بالوصول إلى المرآة الأساسية

المرآة الثانوية تعكس الضوء إلى العينية

مقياس المغناطيسية يكشف المجال المغناطيسي للأرض

المرآة الأساسية

تلسكوب هابل الفضائي

تلسكوب هابل الفضائي هو تلسكوب عاكس يبلغ قطر مرآته 2,4 متر (9,7 قدم). ويكمل هذا التلسكوب دورته حول الأرض كل 90 دقيقة في مدار يصل ارتفاعه حوالي 610 كيلومترات (380 ميلًا). وعندما بدأ العمل لأول مرة في عام 1990 اتضح أن به خطأ جسيمًا؛ فقد وجد أن المرآة الأساسية في التلسكوب بها عيب في التصنيع. لكن تم تصحيح هذا الخطأ فيما بعد، ويرسل هذا التلسكوب الآن أفضل الصور التي تم التقاطها في الفضاء على الإطلاق. وحيث إنه يدور خارج نطاق الغلاف الجوي، فإنه يرى الكون بوضوح كامل، ليس فقط على مستوى أطوال الموجات المرئية، ولكن أيضًا الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء.

تلسكوب نيوتن العاكس

تستخدم في معظم التلسكوبات الفلكية مرايا لتجميع الضوء وتركيزه. ولا يزال بعض هذه التلسكوبات يتبع التصميم الأصلي الذي وضعه العالم إسحاق نيوتن حوالي عام 1671. وفي هذا التصميم، تقوم مرآة محدبة ضخمة أساسية بتجميع الضوء وتركيزه، وذلك ليتم عكسه مرة أخرى عبر أنبوب التلسكوب على مرآة مستوية ثانوية. وتقوم هذه المرآة بدورها بعكس الضوء إلى عدسة عينية مثبتة بالقرب من مقدمة الأنبوب. وفي معظم التلسكوبات المتطورة، يتم استخدام كاميرات أو أجهزة أخرى بدلًا من العدسة العينية.

مصفوفات خلايا شمسية تنتج طاقة كهربية قدرها 3000 وات

المذنب «وايلد 2»

تثبيت التلسكوب على حامل يسمح بالتوجيه الدقيق. وهذا الحامل وضعه «دوبسون»

الانتقال إلى الأجرام السماوية

لقد بدأت رحلات مسابر الفضاء لاستكشاف القمر والكواكب والأجرام الأخرى الموجودة في المجموعة الشمسية منذ عام 1959. وتحلق أغلب المسابر الفضائية بالقرب من أهدافها؛ وبعضها يدور في مدارات حولها؛ بل إن بعضها الآخر يهبط على سطح الهدف المراد دراسته. وقد تم تصميم المسبار الفضائي «ستاردست» (غبار النجوم) ليعترض المذنب «وايلد 2» في عام 2004 ثم يعود بعينات من غباره إلى الأرض بعد عامين من ذلك.

قبتا تلسكوبي كيك، ماونا كي، هاواي

المسبار الفضائي «ستاردست»

التوءمان كيك

يعد تلسكوبا كيك الموجودان في هاواي من بين أقوى التلسكوبات في العالم، فهما مزودان بمرايا لتجميع الضوء يصل قطرها إلى 10 أمتار (33 قدمًا). ولا تتكون هذه المرايا من قطعة واحدة، ولكن من 36 قطعة منفصلة. يتم دعم كل قطعة منها على حدة والتحكم فيها من خلال الكمبيوتر؛ وذلك حتى تكوّن دائمًا مع القطع الأخرى شكل مرآة محكمة. وعند توصيل التلسكوبين معًا، فإنهما يكوّنان مرآة فعالة يصل قطرها إلى حوالي 85 مترًا (280 قدمًا).



علم الفلك الراديوى

تم اكتشاف الإشارات الراديوية القادمة من الفضاء لأول مرة فى عام 1931على يد المهندس كارل جانسكى الذى كان يعمل فى شركة بيل تليفون. ونظراً لأن الموجات الراديوية أطول بكثير من موجات الضوء، فإنه لابد أن يستخدم علماء الفلك الراديوى أطباقاً لاقطة ضخمةً لتكوين صورة مفصلة. ويستخدم الكثير من المراصد الفلكية الراديوية مجموعات من الأطباق تعمل فى آن معًا لتكوين مساحات التقاط فعالة تمتد لعدة كيلومترات. على سبيل المثال، يستخدم تلسكوب «المصفوفة الكبرى» الراديوى والمقام بالقرب من بلدة سوكورو بولاية نيو مكسيكو 27 طبقًا بتركيبات متعددة. كما يمكن الحصول على مساحة استقبال أكبر من خلال ربط عدة تلسكوبات راديوية فى عدة دول مختلفة.

محطم الأرقام القياسية

بفضل قوة التفريق العالية التى يتسم بها تلسكوب هابل الفضائى، يتمكن هذا التلسكوب من رصد أجرام تبعد عن الأرض حوالى 12 مليار سنة ضوئية. لقد استغرق الضوء المنبعث من هذه الأجرام فترة طويلة جدًا من الوقت ليصل إلينا بحيث نراها الآن فى الشكل الذى كانت عليه عندما كان الكون فى مراحله الأولى.

صورة التقطها تلسكوب هابل الفضائى لنجم مستعر أعظم (سوبرنوفا) يبعد عن الأرض حوالى عشرة مليارات سنة ضوئية

تلسكوبات عالية الطاقة

هناك حاجة للتلسكوبات الخاصة مثل روسات لكشف الإشعاعات ذات الطاقة المرتفعة المنبعثة من أكثر مناطق الكون عنفًا ـ حول مجرات النجوم الزائفة والنجوم المستعرة (سوبرنوفا) والثقوب السوداء. ويستطيع التلسكوب روسات كشف الأشعة السينية، وتقوم تلسكوبات أخرى بكشف أشعة جاما ذات الطاقة الأعلى.

الزاوية التى نشغلها من الكون

كان علماء الفلك القدامى يعتقدون أنه لا بد وأن تكون الأرض مركز الكون. ويرجع ذلك إلى أنهم كانوا يرون أن الشمس والقمر والنجوم وكل الأجرام السماوية الأخرى تدور حول الأرض. لكننا بطبيعة الحال نعرف اليوم أن هذا غير صحيح ـ فالشمس هى المركز الفعلى لهذه الزاوية الصغيرة التى نشغلها من الكون الفسيح، والأرض وبقية الكواكب تدور حول هذا النجم. وتمثل الأرض والكواكب جزءًا من العائلة الشمسية، أو المجموعة الشمسية. وتجدر الإشارة إلى أن الشمس تختلف عن بقية أجرام المجموعة الشمسية لكونها نجمًا؛ ولأنها الجرم الوحيد فى هذه المجموعة الذى يشع الضوء من تلقاء نفسه، فنحن لا نرى جميع الأجرام الأخرى إلا من خلال ضوء الشمس الذى تعكسه. وهناك كواكب تسعة، من بينها الأرض، تعد أهم أعضاء المجموعة الشمسية، هذا بالإضافة إلى عشرات الأقمار. كذلك، فإن هناك مليارات من الأعضاء صغيرة الحجم التى تشتمل على كتل صخرية تسمى الكويكبات، وكتل جليدية تسمى المذنبات.

نظام كوبرنيك

فى عام 1543، قام عالم الفلك ورجل الدين البولندى نيكولاس كوبرنيك (1473-1543) بوضع تصور لترتيب عناصر الحيز الذى نشغله من الكون؛ حيث اقترح أن الشمس ـ وليس الأرض ـ هى التى توجد فى مركز نظامنا الكوكبى. كانت هذه الفكرة تتناقض مع تعاليم الكنيسة، ولكن تم إثبات صحتها فى النهاية على يد جاليليو.

الكواكب

الكوكب هو جرم يدور فى مدار حول الشمس، ويبلغ من الضخامة ما يكفى ليجذب نفسه متخذًا شكلاً كرويًا إلى حد ما وذلك من خلال جاذبيته. ويحتل كوكبنا الأرض الترتيب الثالث من حيث البعد عن الشمس، ويوفر موضعه هذا الظروف المثالية لوجود حياة على سطحه.



الأقمار

كل كواكب المجموعة الشمسية، باستثناء عطارد والزهرة، لها توابع أو أقمار تدور حولها. ويدور حول الكواكب الأربعة العملاقة الموجودة فى الجزء الخارجى من المجموعة الشمسية ما يزيد على 80 قمرًا. وهذه صورة للقمر ميماس الذى يدور حول كوكب زحل.



عطارد

مدار كوكب نبتون. يستغرق نبتون 165 سنة ليكمل دورته حول الشمس

يستغرق المريخ 1,9 سنة ليكمل دورته حول الشمس

المريخ

يستغرق المشترى 12 سنة ليكمل دورته حول الشمس

المشترى

يحتوى حزام الكويكبات على آلاف من الكتل الصخرية

هناك كتل جليدية صغيرة تدور على مقربة من زحل وأورانوس يطلق على كل منها قنطور

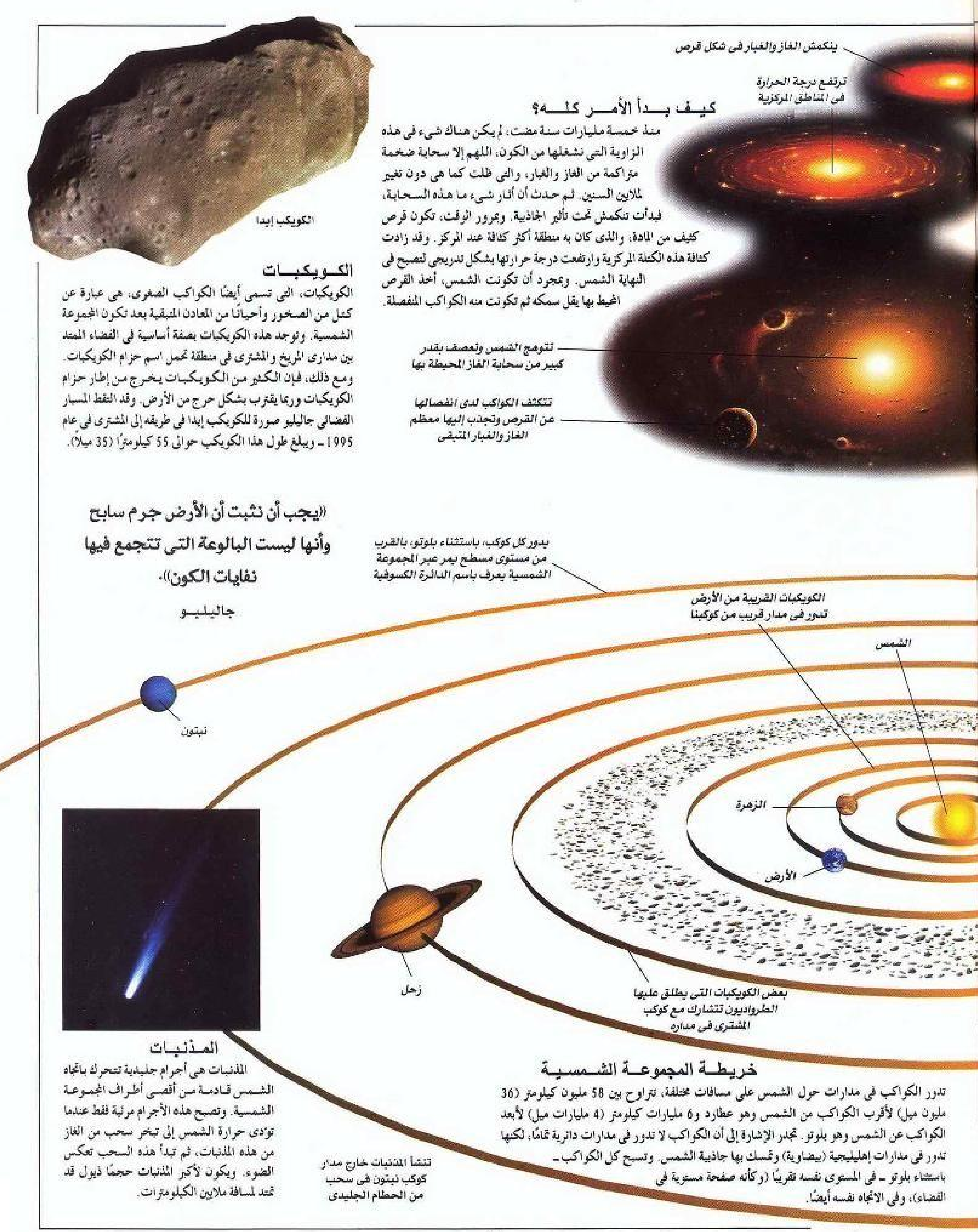
أورانوس

يستغرق زحل 30 سنة ليكمل دورته حول الشمس

يستغرق أورانوس 84 سنة ليكمل دورته حول الشمس

أجرام حزام كويبر

هناك الكثير من الأجرام الجليدية الشبيهة بكوكب بلوتو تسبح فيما وراء كواكب المجموعة الشمسية. وتوجد هذه الأجرام فى منطقة يطلق عليها اسم حزام كويبر التى تحمل اسم عالم الفلك جيرارد كويبر. ويعد هذا الحزام المصدر للكثير من المذنبات.



كيف بدأ الأمر كله؟

منذ خمسة مليارات سنة مضت، لم يكن هناك شيء في هذه الزاوية التي نشغلها من الكون، اللهم إلا سحابة ضخمة متراكمة من الغاز والغبار، والتي ظلت كما هي دون تغيير لملايين السنين. ثم حدث أن أثار شيء ما هذه السحابة، فبدأت تنكمش تحت تأثير الجاذبية. وبمرور الوقت، تكون قرص كثيف من المادة، والذي كان به منطقة أكثر كثافة عند المركز. وقد زادت كثافة هذه الكتلة المركزية وارتفعت درجة حرارتها بشكل تدريجي لتصبح في النهاية الشمس. وبمجرد أن تكونت الشمس، أخذ القرص المحيط بها يقل سمكه ثم تكونت منه الكواكب المنفصلة.

الكويكب إيدا

الكويكبات

الكويكبات، التي تسمى أيضًا الكواكب الصغرى، هي عبارة عن كتل من الصخور وأحيانًا من المعادن المتبقية بعد تكون المجموعة الشمسية. وتوجد هذه الكويكبات بصفة أساسية في الفضاء الممتد بين مداري المريخ والمشتري في منطقة تحمل اسم حزام الكويكبات. ومع ذلك، فإن الكثير من الكويكبات يخرج من إطار حزام الكويكبات وربما يقترب بشكل حرج من الأرض. وقد التقط المسبار الفضائي جاليليو صورة للكويكب إيدا في طريقه إلى المشتري في عام 1995 - ويبلغ طول هذا الكويكب حوالي 55 كيلومترًا (35 ميلاً).

«يجب أن نثبت أن الأرض جرم سابح وأنها ليست البالوعة التي تتجمع فيها نفايات الكون».

جاليليو

خريطة المجموعة الشمسية

تدور الكواكب في مدارات حول الشمس على مسافات مختلفة، تتراوح بين 58 مليون كيلومتر (36 مليون ميل) لأقرب الكواكب من الشمس وهو عطارد و6 مليارات كيلومتر (4 مليارات ميل) لأبعد الكواكب عن الشمس وهو بلوتو. تجدر الإشارة إلى أن الكواكب لا تدور في مدارات دائرية تمامًا، لكنها تدور في مدارات إهليلجية (بيضاوية) وتمسك بها جاذبية الشمس. وتسبح كل الكواكب - باستثناء بلوتو - في المستوى نفسه تقريبًا (وكأنه صفحة مستوية في الفضاء)، وفي الاتجاه نفسه أيضًا.

المذنبات

المذنبات هي أجرام جليدية تتحرك باتجاه الشمس قادمة من أقصى أطراف المجموعة الشمسية. وتصبح هذه الأجرام مرئية فقط عندما تؤدي حرارة الشمس إلى تبخر سحب من الغاز من هذه المذنبات، ثم تبدأ هذه السحب تعكس الضوء. ويكون لأكبر المذنبات حجمًا ذيول قد تمتد لمسافة ملايين الكيلومترات.

نجمنا المحلى



أساطير الشمس

لقد اتخذ الناس الشمس إلهًا منذ أقدم العصور. ففى مصر القديمة كان إله الشمس رع- الذى له رأس صقر- هو أقوى الآلهة. وفى الأساطير الإغريقية القديمة، كان إله الشمس هليوس يحمل الشمس عبر السماء كل يوم فى مركبة طائرة تجرها الخيول.

يمتلك النجم الذى نطلق عليه الشمس مقومات السيطرة على الزاوية التى نشغلها من الفضاء. ويبلغ قطر الشمس حوالى 1400000 كيلومتر (870000 ميل)، فهى بذلك أكبر من الأرض بما يزيد عن مائة ضعف. ونظرًا لهذه الكتلة الضخمة للشمس، فإنها تتسم بجاذبية قوية تشد إليها مجموعة كبيرة من الأجرام سواء منها كبير الحجم (مثل الأرض والكواكب الأخرى) أم صغير الحجم (مثل المذنبات). وتكوّن هذه الأجرام العائلة الشمسية، أو المجموعة الشمسية. ومثل غيرها من النجوم الأخرى، فإن الشمس عبارة عن كرة ضخمة من الغاز المتوهج، أو بالأحرى الغازات المتوهجة. ويمثل الهيدروجين والهيليوم نوعى الغاز الرئيسيين فى الشمس، بيد أن هناك أيضًا كميات محدودة من حوالى 70 عنصرًا كيميائيًا آخر. وبالنسبة لنا على الأرض التى تبعد عنها حوالى 150 مليون كيلومتر (93 مليون ميل)، تحظى الشمس بأهمية بالغة؛ ذلك لأنها توفر الضوء والحرارة اللازمين لاستمرار الحياة على سطح كوكبنا.

السطح المرئى من الشمس يطلق عليه الكرة الضوئية (الفوتوسفير)

الشواظ الشمسى عبارة عن نافورات من الغاز الساخن تتدفق فى حلقات فوق السطح

يتكون السطح المرئى من الشمس من «تحببات» ناعمة

تبلغ درجة حرارة الكرة الضوئية (سطح الشمس) حوالى 5500 درجة مئوية (9900 درجة فهرنهايت)



تمتد الهالة لمسافة ملايين الكيلومترات فى الفضاء

الـدورة الشـمـسـيـة

تتميز الشمس بأن لها مغناطيسية قوية، تتسبب فى ظهور البقع الشمسية وحدوث ظاهرة الشواظ الشمسى والانفجارات الضخمة التى يطلق عليها ألسنة اللهب. ويحدث تغير فى مغناطيسية الشمس ونشاطها بشكل منتظم على مدار فترة قدرها 11 سنة تقريبًا. ويطلق على هذه الفترة الدورة الشمسية، أو دورة البقع الشمسية. وخلال هذه الفترة يتحول النشاط فى الشمس من الحد الأدنى إلى الحد الأقصى ثم يعود مرة أخرى إلى الحد الأدنى، كما هو موضح من خلال هذه السلسلة من صور الأشعة السينية.

أشعة سينية منبعثة من غاز ممغنط ساخن

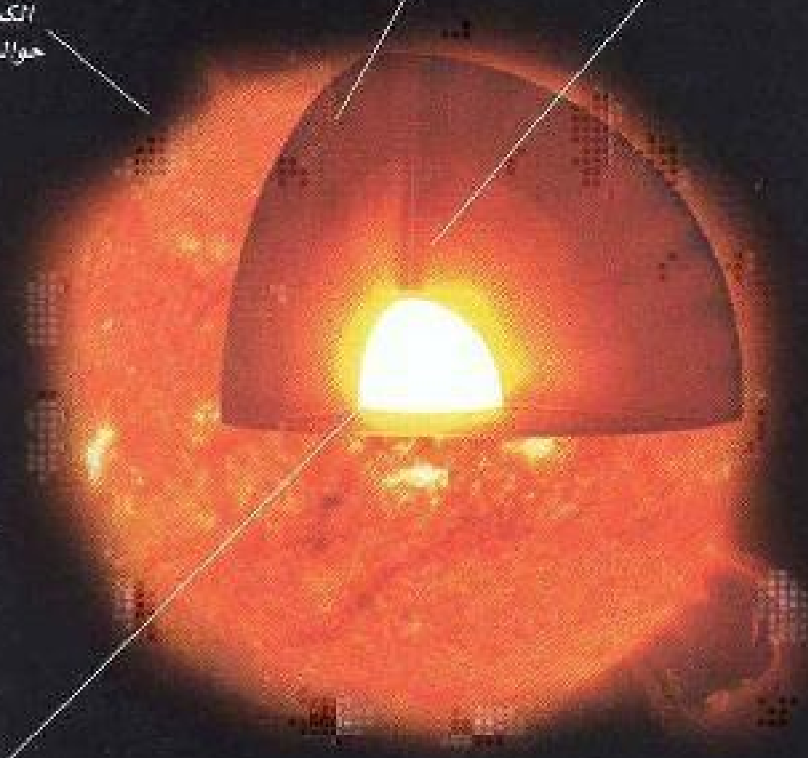
تنبعث من الشمس معظم الأشعة السينية عند الحد الأقصى

يحجب القمر سطح الشمس بالكامل فى أثناء الكسوف الكلى

البقع الشمسية

البقع الشمسية هى مساحات سوداء على سطح الشمس تقل درجة الحرارة فيها بمقدار 1500 درجة مئوية (2700 درجة فهرنهايت) عن السطح المحيط بها. وتتفاوت أحجام هذه البقع بدءًا من «الثقوب» التى تبقى لفترة قصيرة ويقل قطرها عن 1000 كيلومتر (600 ميل) ووصولاً إلى البقع الضخمة التى يزيد حجمها عن ذلك بمئات الأضعاف وتبقى لعدة شهور.



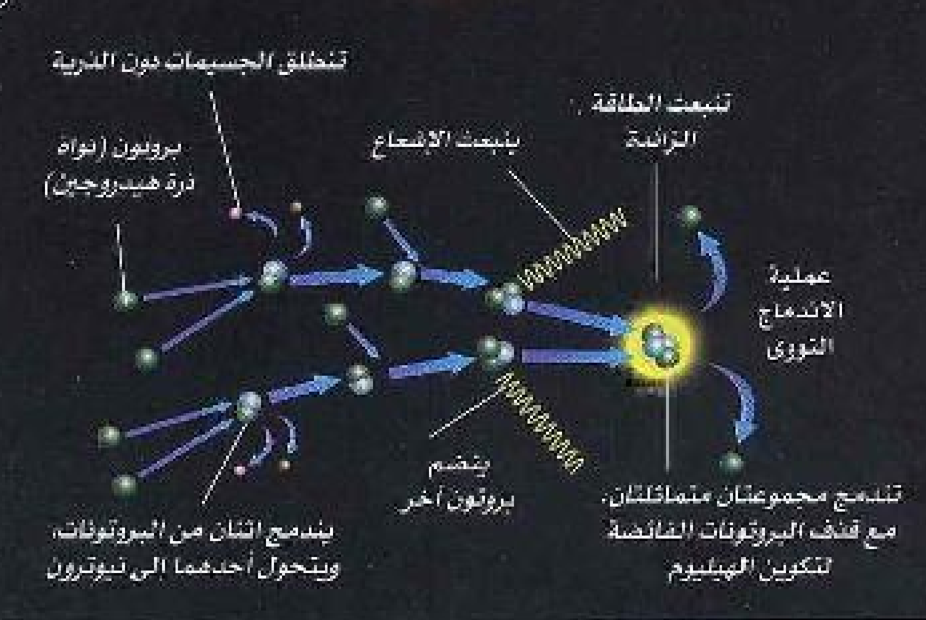


فى داخـل الشـمـس

الشمس عبارة عن كرة ضخمة من الغاز المتوهج تصل حرارته وكثافته إلى أقصى درجة عند المركز، أو اللب. وفى هذا المكان الذى يشبه الفرن النووى، تؤدى التفاعلات الاندماجية إلى توليد الطاقة التى تبقى على توهج الشمس. ثم يتم بعد ذلك نقل الطاقة من هذا الجزء من الشمس إلى السطح على مدار آلاف السنين - ويحدث ذلك أولاً عن طريق الإشعاع، ثم بعد ذلك عن طريق الحمل الحرارى، أو تيارات الغاز المتصاعد.

الـفـرن الـشـمـسـى

فى داخل لب الشمس، يتم توليد الطاقة من خلال تفاعلات الاندماج النووى. فى هذا النوع من التفاعل، تتحد أنوية (مراكز) أربع ذرات هيدروجين معًا أو تندمج لتكون نواة ذرة هيليوم - وهى عملية لا يمكن أن تحدث إلا فى درجات حرارة وضغط هائلة. وفى هذه العملية، يفقد مقدار ضئيل جدًا من الكتلة الزائدة، بحيث يتم تحويله بشكل مباشر إلى كمية كبيرة جدًا من الطاقة.



الهـالــة

ثمة غلاف جوى ممتد من الغازات يحيط بالشمس ويقل سمكه بالتدريج إلى أن يتداخل مع الفضاء. ولا يتسنى لنا أن نرى الغلاف الخارجى الأبيض المتلألئ للشمس، أو ما يطلق عليه الهالة (التاج)، إلا فى أثناء حدوث كسوف كلى؛ عند احتجاب سطح الشمس المتوهج. ويمكن أن تصل درجة حرارة الهالة الشمسية إلى 3 ملايين درجة مئوية (5,4 مليون درجة فهرنهايت).



الشمس ذات الطاقة المرتفعة

لا تشع الشمس الضوء والحرارة فحسب، ولكن أيضًا الأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية. وتنطوى هذه الأشكال من الإشعاع على كميات ضخمة من الطاقة وتمثل خطرًا على الحياة على كوكب الأرض. من حسن الحظ أن الغلاف الجوى للأرض يمنع معظم الأشعة فوق البنفسجية وكل الأشعة السينية من الوصول إلى سطح الكوكب.

قمــــر الأرض

يعد القمر أقرب الرفقاء إلى الأرض فى الفضاء، فهو تابعها الطبيعى الوحيد. ويبعد القمر عن الأرض فى المتوسط حوالى 384000 كيلومتر (239000 ميل). ولا يشع القمر الضوء من تلقاء نفسه، بل إنه يستنير من خلال ضوء الشمس المنعكس عليه. وبينما يدور القمر حول الأرض كل شهر، يبدو أن شكله يتغير من الهلال النحيل إلى البدر المكتمل ثم العودة مرة أخرى، وذلك كل 29.5 يوم. ويطلق على هذه الأشكال المتغيرة للقمر أوجه القمر، وهى تقف شاهدًا على التناغم العظيم بين عناصر الطبيعة. والقمر عبارة عن كتلة صخرية مثل الأرض ويبلغ قطره حوالى 3476 كيلومترًا (2160 ميلاً)، بيد أنه لا يحيطه غلاف جوى وليس عليه ماء أو حياة. ويعتقد علماء الفلك أن القمر قد تكون من الحطام الذى تطاير فى الفضاء بعد تصادم حدث بين الأرض وجرم سماوى آخر ضخم منذ عدة دهور مضت.

فوهة مضيئة محاطة بالأشعة



فوهات تكونت عند اصطدام نيازك بسطح القمر

محـــاق

هلال متزايد

تربيع أول

احدب متزايد

بـــدر



أحدب متناقص



تربيع آخر

هلال متناقص

أحيانا ما يعكس الجزء المظلم من القمر فى طور الهلال ضوءا خافتا قادما من الأرض

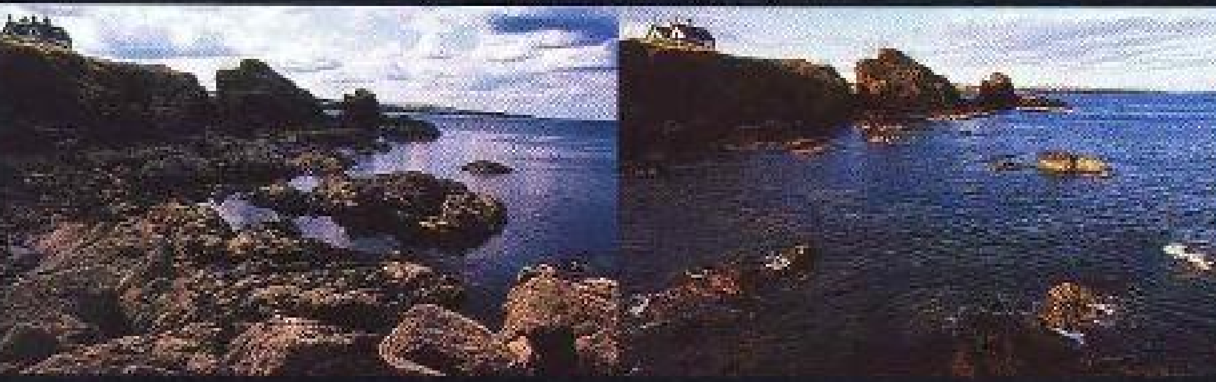
أســـاطير قمريـــة

عبد الإغريق والرومان القمر فى صورة الإلهة أرتميس أو ديانا. وقد اعتقد بعض الشعوب القديمة أن للقمر قوى سحرية، وأن البقاء لمدة أطول من اللازم تحت ضوئه عندما يكون بدرًا قد يصيبهم بالجنون. حتى أن كلمة "lunatic" التى تعنى مجنونا فى اللغة الإنجليزية هى مشتقة من كلمة "luna" التى تعنى قمرا فى اللغة اللاتينية. وقد اعتقد بعضهم أيضًا أن القمر فى طور البدر قد يتسبب فى تحول بعض الأشخاص إلى مستذئبين يفترسون البشر ويأكلون لحومهم.

الممثل لون تشينى الابن فى فيلم الرجل الذئب (1941)

الوجـــه المتغـير

تظهر "الأوجه المتغيرة للقمر عندما تلقى الشمس بضيائها عليه فتنير مساحات مختلفة من جانبه المواجه للأرض. وفى طور المحاق لا نستطيع رؤية القمر على الإطلاق لأن ضوء الشمس حينها يكون ساقطا فقط على الجانب الأبعد من القمر. وعندما يتحرك القمر شيئًا فشيئًا فى مداره، فإن المساحة التى يسقط عليها ضوء الشمس تزيد تدريجيا إلى أن يضاء وجهه بالكامل فى طور البدر. ثم يواصل الجانب المضاء بأشعة الشمس حركته وتقل المساحة المضاءة مرة أخرى إلى أن تختفى تماما.



جاذبيـــة القمـر

لا تتعدى جاذبية القمر سدس جاذبية الأرض تقريبا؛ ولهذا السبب لم يتمكن القمر من جذب أى غازات ليتكون منها غلاف جوى يحيط به. ويؤدى عدم وجود غلاف جوى إلى تفاوت درجة الحرارة بشدة فيما بين النهار (حيث تصل الحرارة إلى حوالى 110 درجات مئوية - أى 230 درجة فهرنهايت) والليل (حيث تصل درجة الحرارة إلى حوالى 180 درجة مئوية تحت الصفر - أى 290 درجة فهرنهايت تحت الصفر). لكن على الرغم من ضعف جاذبية القمر، فإنها لا تزال تؤثر على الأرض. فهذه الجاذبية تؤثر على مياه المحيطات وتجذبها فيما يعرف بظاهرة المد والجزر. فتعلو المياه لتكون مدا مرتفعا تحت القمر مباشرة كما تعلو أيضا على الجانب المقابل من الأرض، وعلى جانبى المد المرتفع يحدث جزر أو انحطاط حيث تكون المياه قد انحسرت بعيدا. وعادة ما تتكرر ظاهرة المد والجزر بهذه الصورة مرتين فى كل يوم تقريبا.

تنبعج المحيطات للخارج

تدور الأرض حول محورها دورة كاملة كل يوم

جاذبية القمر تجذب المحيطات

وجـه القمـــر

دائما ما يطل القمر على الأرض بوجه واحد لا يتغير؛ ذلك لأن القمر يكمل دورة حول محوره في فترة زمنية مساوية تمامًا لتلك التي يكمل فيها دورته حول الأرض، والتي تستغرق 27.3 يوم. ويطلق على هذه الحركة الدوران المقيد، ومعظم الأقمار يتحرك على نفس الشاكلة. أما المناطق السوداء التي نراها على سطح القمر فهي عبارة عن سهول ترابية شاسعة. وقد اعتقد علماء الفلك الأوائل أن هذه المناطق ربما تكون بحارًا. أما المناطق الأخرى الأكثر سطوعًا من سطح القمر فهي مرتفعات أقدم كثيرًا، تنتشر عليها الفوهات بكثافة ويُعتقد أنها جزء من القشرة الأصلية للقمر.

السير على سطح القمر

في 20 يوليو من عام 1969، هبط رائدا الفضاء اللذان كانا على متن سفينة الفضاء أبوللو 11 وهما نيل أرمسترونغ وباز ألدرين على سطح القمر لتكون أقدامهما أول أقدام بشرية تطأ سطحه. وقد كانا في طليعة 12 رائد فضاء أمريكيًا قاموا باستكشاف مناطق «البحار» والمرتفعات، وأقاموا محطات علمية، وجلبوا معهم عينات من تربة وصخور القمر. وقد اكتشف هؤلاء الرواد أن تربة القمر، التي يطلق عليها غلاف الصخر، هي أشبه بتربة الأرض المحروثة ـ فقد تفتّت هذه التربة بفعل القصف المستمر بالأجرام الآتية من الفضاء. وكل الصخور الموجودة على سطح القمر صخور بركانية، وهي في الغالب مثل الصخور الموجودة على الأرض التي يطلق عليها صخور البازلت.

حوض أيتكن هو أكبر فوهة موجودة في المجموعة الشمسية

المنطقة القطبية الجنوبية من القمر

الجانب الآخر من القمر



لم ير أحد الجانب الآخر من القمر إلى أن تمكنت المسابر الفضائية التي تدور حوله من التقاط صور له في الستينيات من القرن العشرين. ويتسم هذا الجانب بأنه أكثر وعورة وبه عدد أكبر من الفوهات مقارنة بالجانب القريب من القمر. كما أنه لا تتخلله «بحار» ضخمة. ويعد أحد أكثر التضاريس بروزًا على هذا الجانب من القمر فوهة تسيولكوفسكي التي يصل قطرها إلى 185 كيلومترًا (115 ميلًا).

القطبـان الخفيـان

لا يمكننا أبدًا أن نرى قطبي القمر من الأرض، بيد أن المسابر الفضائية تمكنت من استكشافهما والتقاط صور لهما. وتوضح هذه الصور أن بعض الفوهات والأحواض القطبية تقبع في ظلام دائم ومن الممكن أن يكون بها كميات كبيرة من الجليد. وفي حال ثبت ذلك، فإن هذه الكميات من الجليد قد توفر الماء للمستكشفين من بني الإنسان في المستقبل.

عند النظر إليها من سطح القمر، تظهر الأرض أيضا بعدة أوجه

البحار السوداء هي تدفقات من الحمم المتجمدة

سطح القمر على بعد كيلومترات كثيرة لأسفل

مرتفعات قمرية

شـروق الأرض

التقط رواد الفضاء في سفينة الفضاء أبوللو صورا مذهلة للقمر من السطح ومن المدار أيضا. ولعل أكثر الصور روعة هي تلك اللقطات التي توضح شروق الأرض عند أفق القمر. وتظهر هذه الصور مدى التباين الكبير بين كوكبنا الغني بالألوان النابض بالحياة، وتابعه الموحش ذي اللون الباهت.

مقارنـــة الكـــواكـــب

بدءًا من الشمس، الكواكب التسعة هى عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشترى وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو. ويختلف كل من هذه الكواكب عن الآخر، ولكنها تنقسم بالدرجة الأولى إلى نوعين اثنين اعتمادًا على تركيبها. تتكون الكواكب الأربعة الصغرى الداخلية بصفة أساسية من الصخور، فى حين تتكون الكواكب الأربعة العملاقة الخارجية بصفة أساسية من الغازات. ومع ذلك، فإن أبعد الكواكب بلوتو يصنف ضمن فئة تقتصر عليه وحده. ويبدو أن هذا الكوكب هو الأكبر من بين سرب من الأجرام الجليدية التى تسبح فى الجزء الخارجى من المجموعة الشمسية. وكل الكواكب يحدث لها نوعان من الحركة فى الفضاء، فالفترة التى يكمل فيها الكوكب دورة واحدة حول محوره تمثل «يوم» هذا الكوكب، أما الوقت الذى يستغرقه فى إكمال دورة واحدة حول الشمس فهو «سنة» هذا الكوكب.

الأحجـام النسبيـة للكـواكـب

تتباين الكواكب بشكل كبير فى الحجم. وكوكب المشترى عملاق بحق؛ حيث يحتوى على كمية من المادة تزيد عن نظيرتها فى كل الكواكب الأخرى مجتمعة. فيمكن لهذا الكوكب أن يبتلع أكثر من 1300 جسم فى حجم الأرض وما يزيد عن 2 مليون جسم فى حجم كوكب بلوتو. بيد أن الألباب الموجودة فى مراكز الكواكب العملاقة أصغر بكثير - فى حجم الأرض تقريبًا. على الجانب الآخر، نجد كوكبى عطارد وبلوتو متناهى الصغر - فالكواكب الغازية العملاقة تتبعها بعض الأقمار التى تزيد فى حجمها عن هذين الكوكبين.

عطـارد
القطر: 4880 كيلومترًا
المسافة من الشمس: 58 مليون كيلومتر
فترة الدوران حول المحور: 58,7 يوم
فترة الدوران حول الشمس: 88 يومًا
عدد الأقمار: صفر

الأرض
القطر: 12756 كيلومترًا
المسافة من الشمس: 149,6 مليون كيلومتر
فترة الدوران حول المحور: 23,93 ساعة
فترة الدوران حول الشمس: 365,25 يوم
عدد الأقمار: 1

الزهـرة
القطر: 12104 كيلومترات
المسافة من الشمس: 108 ملايين كيلومتر
فترة الدوران حول المحور: 243 يومًا
فترة الدوران حول الشمس: 224,7 يوم
عدد الأقمار: صفر

المريـخ
القطر: 6794 كيلومترًا
المسافة من الشمس: 228 مليون كيلومتر
فترة الدوران حول المحور: 24,6 ساعة
فترة الدوران حول الشمس: 687 يومًا
عدد الأقمار: 2

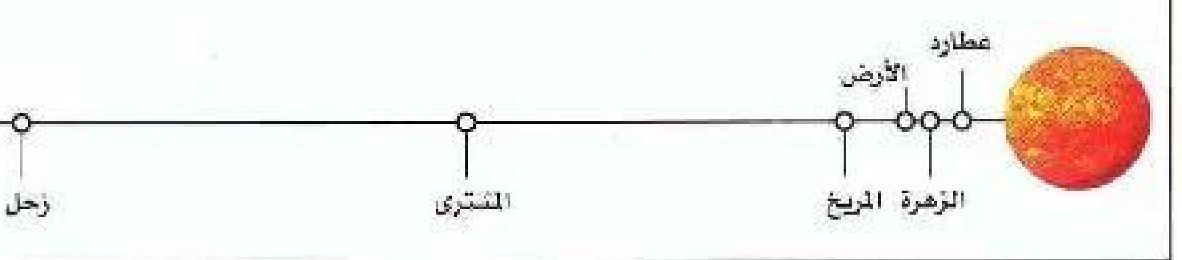
معظم الكواكب الغازية العملاقة يحيط بها غلاف جوى غير مستقر يؤثر عليه مصدر طاقة داخلى

المشـترى
القطر: 142984 كيلومترًا
المسافة من الشمس: 778 مليون كيلومتر
فترة الدوران حول المحور: 9,93 ساعة
فترة الدوران حول الشمس: 11,9 سنة
عدد الأقمار: 39 قمرًا.

ثمة منظومة ممتدة من الحلقات تحيط بخط استواء كوكب زحل؛ حيث تمتد هذه الحلقات لتغطى مسافة تصل إلى نحو 275000 كيلومتر (171000 ميل). جدير بالذكر أن كل الكواكب الغازية العملاقة الأربعة تحيط بها منظومات حلقية، لكن حلقات زحل هى الأكثر تميزًا إلى حد بعيد.

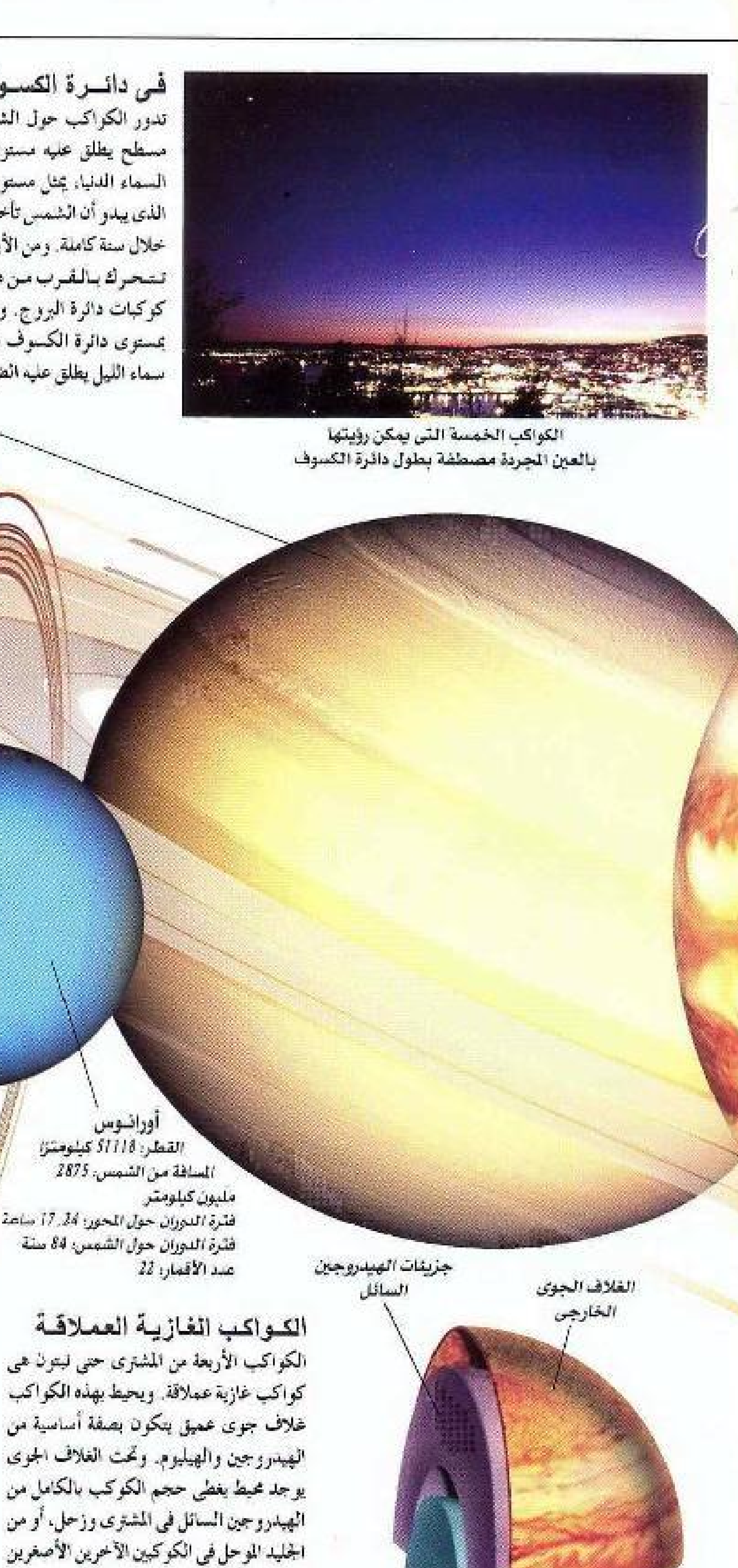
البعـد النسـبى لمـدارات الكـواكـب

يوضح المخطط الذى يظهر فى أسفل هذه الصفحة المسافات التى تبعدها الكواكب عن الشمس وفق منظور نسبى. ومن الملاحظ أن الكواكب الأربعة الداخلية تحتل مواقع متقاربة نسبيًا، فى حين أن الكواكب الخمسة الخارجية تفصل بينها مسافات كبيرة جدًا. إن المجموعة الشمسية تتكون بصفة أساسية من الفضاء الفارغ.



فى دائــرة الكســوف

تدور الكواكب حول الشمس بالقرب من مستوى مسطح يطلق عليه مستوى دائرة الكسوف. وفى السماء الدنيا، يمثل مستوى دائرة الكسوف المسار الذى يبدو أن الشمس تأخذه فى حركتها عبر السماء خلال سنة كاملة. ومن الأرض، تبدو الكواكب وهى تتحرك بالقرب من هذا المستوى، وذلك عبر كوكبات دائرة البروج. ويتسبب الغبار الذى يحيط بمستوى دائرة الكسوف فى ظهور وهج خافت فى سماء الليل يطلق عليه الضوء البروجى.



الكواكب الخمسة التى يمكن رؤيتها بالعين المجردة مصطفة بطول دائرة الكسوف

زحــل
القطر: 120536 كيلومترًا
المسافة من الشمس: 1429 مليون كيلومتر
فترة الدوران حول المحور: 10,66 ساعة
فترة الدوران حول الشمس: 29,5 سنة
عدد الأقمار: 30

كما هو واضح من خلال ميل حلقات كوكب زحل، فإن الكواكب لا تدور حول الشمس فى وضع قائم، فمعظم الكواكب يكون مائلاً بدرجة ما

أورانــوس
القطر: 51118 كيلومترًا
المسافة من الشمس: 2875 مليون كيلومتر
فترة الدوران حول المحور: 17,24 ساعة
فترة الدوران حول الشمس: 84 سنة
عدد الأقمار: 22

نبتــون
القطر: 49532 كيلومترًا
المسافة من الشمس: 4505 ملايين كيلومتر
فترة الدوران حول المحور: 16,11 ساعة
فترة الدوران حول الشمس: 164,8 سنة
عدد الأقمار: 8

الكــواكــب الغازيــة العمــلاقــة

الكواكب الأربعة من المشترى حتى نبتون هى كواكب غازية عملاقة. ويحيط بهذه الكواكب غلاف جوى عميق يتكون بصفة أساسية من الهيدروجين والهيليوم. وتحت الغلاف الجوى يوجد محيط يغطى حجم الكوكب بالكامل من الهيدروجين السائل فى المشترى وزحل، أو من الجليد الموحل فى الكوكبين الآخرين الأصغرين فى الحجم. وهناك فى المركز فقط يوجد لب صخرى صغير. كما تشترك الكواكب الغازية العملاقة فى صفتين أخريين، فهناك أقمار كثيرة تدور حول هذه الكواكب، كما تحيط بكل منها منظومات حلقية.

جزيئات الهيدروجين السائل
الغلاف الجوى الخارجى
اللب
هيدروجين ذرى سائل

تركيب كوكب المشترى

الكــواكــب الصخــريــة

الكواكب الأربعة الداخلية من عطارد إلى المريخ لها تركيب صخرى متشابه، وتعرف هذه الكواكب بالكواكب الأرضية أو الشبيهة بالأرض. وتغلف هذه الكواكب طبقة خارجية رقيقة وصلبة تعرف باسم القشرة، وهى تعلو طبقة أكثر سمكًا تسمى الوشاح الصخرى. وفى المركز هناك لب من المعادن يتكون بصفة أساسية من الحديد. تجدر الإشارة إلى أن كل هذه الكواكب يحيطها غلاف جوى باستثناء كوكب عطارد.

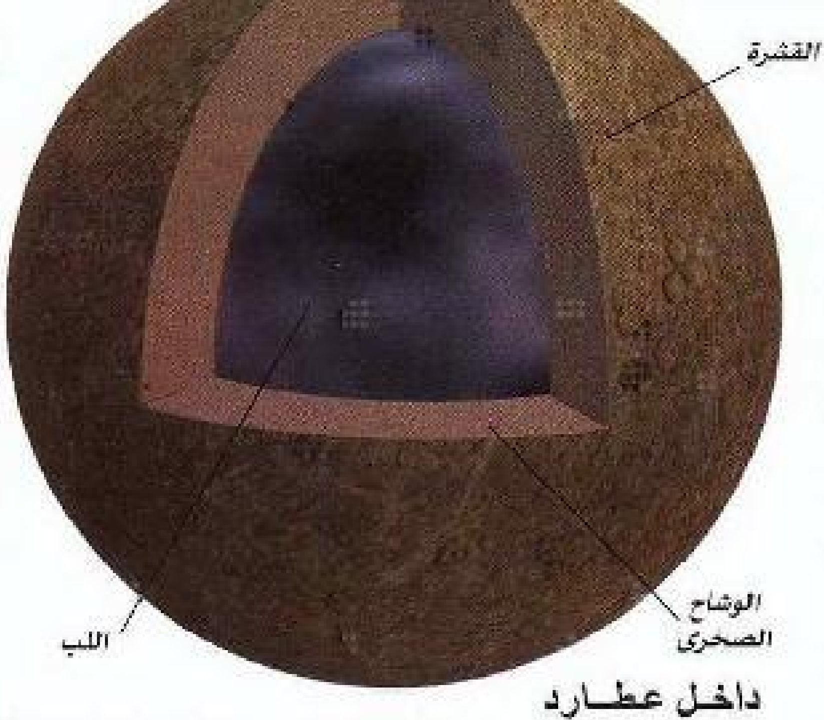
اللب
وشاح صخرى
القشرة
الغلاف الجوى

تركيب المريخ

نبتون

عطــارد والزهــرة

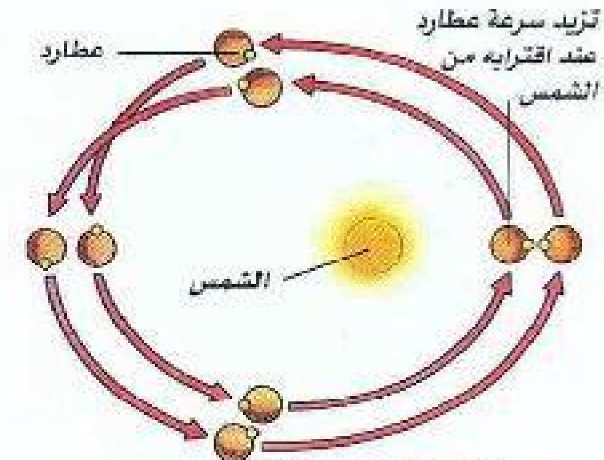
يدور هذان الكوكبان الصخريان عطارد والزهرة فى مدارين حول الشمس وهما أقرب إليها من الأرض. ونحن نرى هذين الكوكبين مضيئين فى سماء الليل كالنجوم الساطعة. والزهرة هو الأكثر ضياءً إلى حد بعيد؛ حيث يظل ساطعًا بوضوح معظم فترات السنة كنجم المساء. أما عطارد فيحتل موقعًا قريبًا جدًا من الشمس لدرجة يتعذر معها رؤيته إلا فى فترات محدودة فى أوقات معينة من السنة، وذلك قبل شروق الشمس مباشرة أو بعد غروبها مباشرة. وكلا الكوكبين تزيد درجة حرارته بكثير عن الأرض- فمن الممكن أن تصل درجة حرارة سطح عطارد إلى 450 درجة مئوية (840 درجة فهرنهايت) وتزيد درجة حرارة سطح الزهرة عن ذلك بحوالى 30 درجة مئوية (55 درجة فهرنهايت). لكن الكوكبين مختلفان إلى حد كبير؛ إذ يقل طول قطر عطارد عن نصف قطر الزهرة، كما أن سطحه تغطيه الفوهات بالكامل تقريبًا وليس له غلاف جوى يذكر. على الجانب الآخر، يحيط بكوكب الزهرة غلاف جوى كثيف للغاية ومليء بالسحب، وهو ما يحول دون رؤيتنا لسطح الكوكب الواقع تحته.



داخل عطــارد

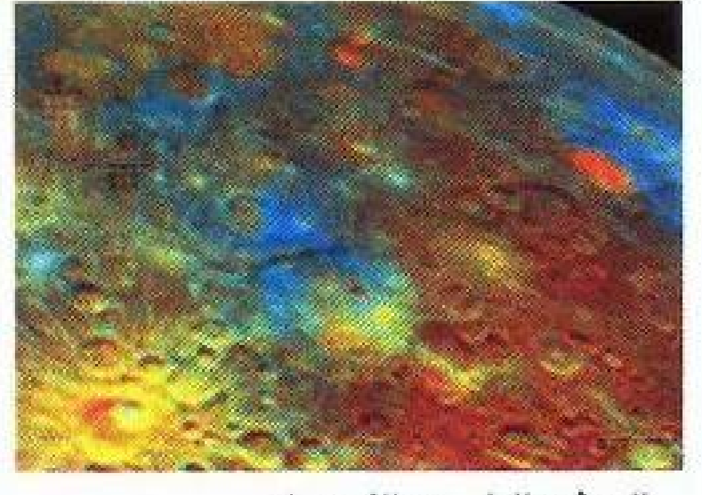
عطارد كوكب صغير الحجم؛ حيث يبلغ طول قطره حوالى 4880 كيلومترًا (3032 ميلاً). وهو كوكب صخرى مثل الأرض، كما أن له تركيبًا مشابهًا مكونًا من طبقات، فالسطح الخارجى يتكون من طبقة خارجية صلبة، أو القشرة، يوجد تحتها وشاح صخرى ثم بعد ذلك لب من الحديد. ويتسم لب عطارد بضخامة الحجم غير المعتادة؛ حيث يشغل ثلاثة أرباع المساحة من المركز إلى السطح.

سحب من حمض الكبريتيك



سرعة الحركة فى المدار

عطارد هو أسرع الكواكب من حيث الحركة حول الشمس؛ حيث يكمل دورته حول الشمس فى 88 يومًا فقط. لكنه يدور حول محوره ببطء شديد؛ حيث يدور حول نفسه مرة واحدة كل 59 يومًا. نتيجة لذلك، فإن معظم أجزاء سطح عطارد تظل معرضة لضوء الشمس لفترة قدرها 176 يومًا من أيام الأرض، ثم تمر بعد ذلك بفترة مساوية فى الظلام (وهو ما يتضح فى الرسم السابق من خلال النقطة). وتتفاوت درجات الحرارة على الكوكب من 450 درجة مئوية (840 درجة فهرنهايت) أثناء النهار إلى 180 درجة مئوية تحت الصفر (290 درجة فهرنهايت تحت الصفر) أثناء الليل.



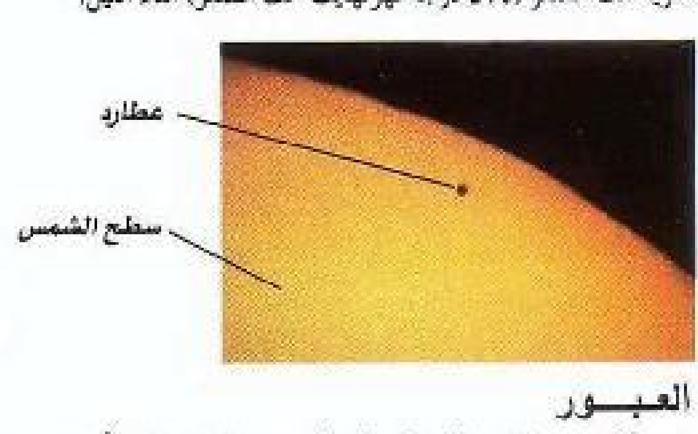
السطح الملىء بالفوهات

تعرض عطارد لقصف ثقيل من الأحجار النيزكية منذ مليارات السنين؛ ولذا تنتشر على سطحه الفوهات بكثافة مما جعلنا نراه اليوم قريب الشبه بقمر الأرض. وتوجد على سطحه بعض السهول المنبسطة متفرقة هنا وهناك، بيد أنه ليس عليه ما يشبه بحار القمر. ولعل أبرز تضاريس هذا الكوكب تتمثل فى فوهة حوض كالوريس الضخمة التى يصل قطرها إلى حوالى 1300 كيلومتر (800 ميل).



رحلة كــوك

فى عام 1768، قامت الجمعية الملكية البريطانية بتعيين جيمس كوك ليقود أول بعثة استكشافية علمية إلى المحيط الهادى. وقد كان أحد أهم أهداف البعثة يتمثل فى تسجيل عبور الزهرة بين الشمس والأرض من تاهيتى فى 3 يونيو 1769، وذلك حتى يتم الاستفادة من هذا الحدث فى قياس المسافة بين الأرض والشمس. وبعد أن أجرى كوك هذه القياسات، أبحر بسفينته «إنديفور» إلى نيوزيلندا وأستراليا حيث انتهى به المطاف عام 1770 فى خليج بوتانى. عندئذٍ، ضم هذه الأرض لتكون ضمن أملاك بريطانيا وأطلق عليها اسم نيوساوث ويلز.



العبــور

يدور كل من عطارد والزهرة حول الشمس داخل مدار الأرض، ومن الممكن فى بعض الأحيان أن يمر أحدهما أمام الشمس بحيث نراه من الأرض. وتسمى هذه الظاهرة عبور الكوكب، وهى نادرة الحدوث لأن الأرض والكواكب والشمس قلما تقع جميعها على خط مستقيم بدقة فى الفضاء. وعبور الزهرة بين الشمس والأرض هو الأكثر ندرة؛ إذ يحدث مرتين تقريبًا كل قرن من الزمان أو ما يقرب من ذلك.



توءم الأرض المميت

نظرا لأن قطر الزهرة يصل إلى 12104 كيلومترات (7521 ميلاً)، يبدو هذا الكوكب كما لو كان توءم كوكب الأرض من حيث الحجم. ولكنه عالم مختلف تمامًا ـ فدرجات الحرارة العالية جدًا على سطحه وغلافه الجوى القاتل يجعلانه من أكثر الكواكب عدوانية. بالإضافة إلى ذلك، فإن سحبه تتكون من قطرات صغيرة جدًا من حمض الكبريتيك. وإذا ما ذهب شخص ما إلى كوكب الزهرة، فسوف يحترق على الفور ويسحق جسمه ويتحمص حتى الموت. زد على ذلك أنه سوف يختنق أيضًا؛ لأن الغلاف الجوى يتكون كلُّه تقريبًا من ثانى أكسيد الكربون.



عـالم بركانـى

تشكل سطح كوكب الزهرة عن طريق البراكين، والتى من المحتمل أن الكثير منها لا يزال نشطًا. وفى الأماكن التى انفجرت فيها البراكين، من الممكن رؤية موجات متعاقبة من تدفقات الحمم. كما تسببت بعض الأنشطة الجيولوجية الأخرى فى ظهور تركيبات غريبة ـ مثل الهالات الدائرية والشبكات العنكبوتية التى يُطلق عليها العنكبوتيات. كذلك أدت الانفجارات البركانية أيضًا إلى طمس معظم معالم الفوهات الناتجة عن اصطدام النيازك بسطح الزهرة.

عبر السحب

فى الواقع، لا يمكننا رؤية سطح الزهرة بسبب السحب، بيد أنه يمكننا استخدام الرادار فى تصوير سطحه؛ لأن الموجات الراديوية تستطيع اختراق هذا الغطاء من السحب. وقد تمكنت الآن المسابر الفضائية التى تدور فى مدارات مثل ماجلان (1990–1994) من رسم خرائط لكوكب الزهرة بالكامل، والتى كشفت أنه كوكب منبسط السطح فى معظمه إلا من عدد قليل من المناطق المرتفعة. وأضخم هذه المناطق المرتفعة بروزان شبيهان بالقارات وهما أرض عشتار فى الشمال وأرض أفروديت بالقرب من خط الاستواء.

إلهة الحب

يحمل الاسم الإنجليزى لكوكب الزهرة (Venus) اسم الإلهة فينوس إلهة الحب والجمال عند الرومان، والتى أطلق عليها الإغريق اسم أفروديت. وتنعكس هذه الفكرة الأنثوية من خلال الأسماء التى أطلقت على تضاريس كوكب الزهرة. فقارة أرض عشتار تحمل اسم إلهة الحب عند البابليين. كما أن هناك فوهة تحمل اسم كليوباترا وسهلاً يطلق عليه جنيفر وواديًا عميقًا (أخدودًا) يحمل اسم ديانا.

الغلاف الجوى شفاف تحت السحب

سطح كوكب الزهـرة

فى بدايات القرن الماضى، لم يكن لدى الناس أى فكرة عن شكل كوكب الزهرة. فقد تخيله البعض كعالم استوائى مشبع بالبخار وغنى بالأشجار والنباتات كما كانت الأرض منذ مئات الملايين من السنين. وقد ظهرت الحقيقة مع أولى الصور القريبة لسطح هذا الكوكب التى التقطتها مسابر فينيرا الفضائية الروسية. إن سطح الزهرة جاف قاحل يخلو من أى شكل من أشكال الحياة سواء نباتية أو غيرها.



رسم انطباعى لأحد فنانى القرن التاسع عشر





صورة التقطها مسبار فينيرا لسطح كوكب الزهرة



كــوكــب الأرض

حيث إن قطر الأرض يصل إلى 12756 كيلومترًا (7926 ميلاً) عند خط الاستواء، يبدو كوكبنا كما لو كان توءم كوكب الزهرة من حيث الحجم، لكن التشابه بينهما يتوقف عند هذا الحد. فالأرض تفصلها عن الشمس مسافة تقدر فى المتوسط بحوالى 150 مليون كيلومتر (93 مليون ميل)، وبالتالى فهى ليست جحيمًا مثل الزهرة، وإنما هى مكان مريح يمثل ملاذًا آمنًا لكل صور الحياة. والأرض كوكب صخرى مثل الكواكب الثلاثة الداخلية الأخرى فى المجموعة الشمسية، ولكنه الكوكب الوحيد الذى تجد سطحه غير مصمت ـ بل ينقسم إلى عدد من القطاعات يُطلق عليها صفائح أو ألواح. وتتحرك هذه الصفائح ببطء فوق السطح، وهو ما يؤدى إلى تباعد القارات واتساع المحيطات.

فى داخل الأرض

للأرض تركيب مكون من طبقات، يشبه تكوين البصلة إلى حد ما. فهناك طبقة خارجية من الصخور الصلبة، والتى يطلق عليها القشرة الأرضية. وهذه الطبقة رقيقة للغاية؛ حيث يصل سمكها فى المتوسط إلى 40 كيلومترًا (25 ميلاً) على اليابسة ولكنها تقل تقريبًا إلى 10 كيلومترات فقط (6 أميال) تحت مياه المحيطات. وتكسو القشرة وشاحًا صخريًا أشد سمكًا، تميز الجزء العلوى منه ليونة نسبية تجعله قادرًا على الانسياب. وفى العمق يوجد لب ضخم من الحديد. واللب الخارجى سائل فى حين أن اللب الداخلى صلب. ويُعتقد أن التيارات والدوامات التى تحدث فى اللب الخارجى السائل هى السبب فى تولد مغناطيسية الأرض.

تكتونية الصفائح

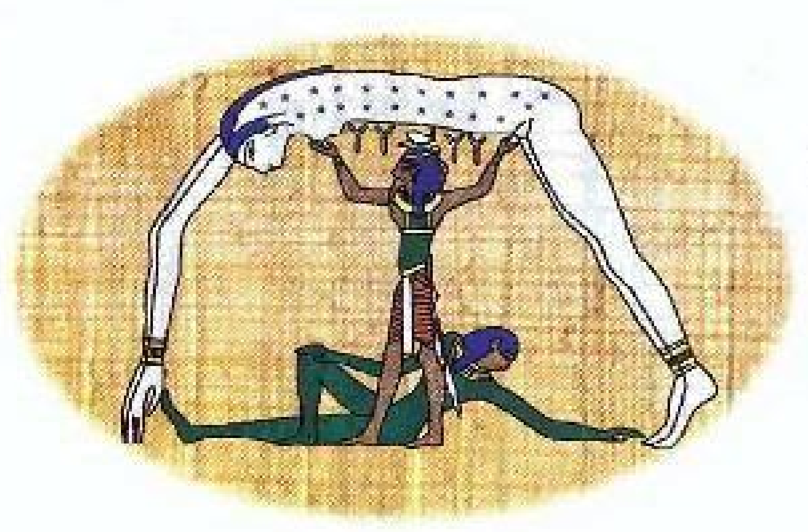
يطلق على دراسة تحركات قشرة الأرض تكتونية الصفائح. قد يؤدى تصادم هذه الصفائح عند الحدود الفاصلة بينها إلى تدمير الصخور وانفجار البراكين. وفى هذه الصورة يظهر صدع سان أندرياس فى ولاية كاليفورنيا حيث تحتك الصفائح مع بعضها البعض وتحدث الزلازل.

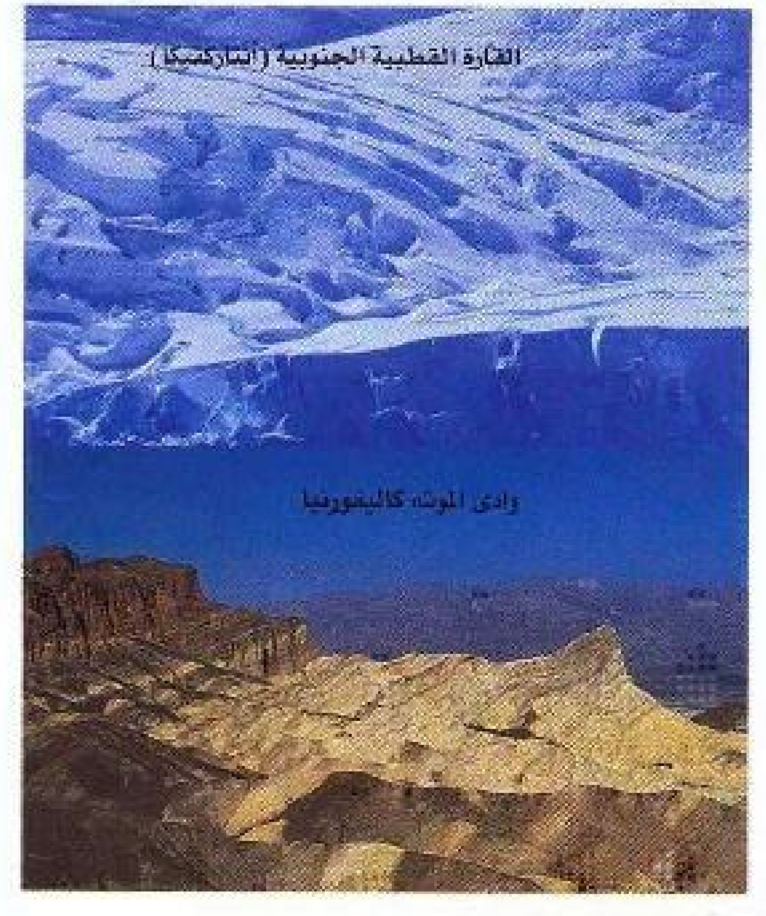
المحيطات والغلاف الجوى

تغطى المحيطات أكثر من 70 بالمائة من سطح الأرض. وتلعب عملية تبخر مياه المحيطات وصعودها إلى الغلاف الجوى دورًا بالغ الأهمية فى مناخ الكوكب. فهذا التبادل الذى لا يتوقف للرطوبة فيما بين السطح والغلاف الجوى يحدد أنماط الطقس فى أرجاء المعمورة. تجدر الإشارة إلى أن معظم مظاهر طقس الأرض تحدث فى طبقة التروبوسفير، وهى الطبقة الأدنى من طبقات الغلاف الجوى التى تمتد حتى ارتفاع 16 كيلومترًا (10 أميال) تقريبًا.

الأرض كما تبدو من المدار

إلــه الأرض
يتلخص مفهوم المصريين القدماء عن العالم فى هذا الرسم المنقول من ورقة بردى قديمة. فإلـه الأرض، الإلـه جب، يضطجع على الأرض، وأخته نوت، إلهة السماء المزينة بالنجوم، مرفوعة عاليًا على يدى شو، وهو شبيه مصرى قدم للعملاق الإغريقى أطلس.





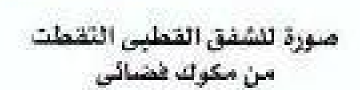
تتسم المناطق المعتدلة بين القطبين وخط الاستواء بمناخ معتدل متغير

يزيد متوسط عمق محيطات الأرض عن 4 كيلومترات (2,5 ميل)

التطـرف المنـاخـى
تشهد القارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) أشد درجات الحرارة انخفاضًا على سطح الأرض؛ حيث وصلت درجة الحرارة إلى حوالى 89,2 درجة مئوية تحت الصفر (128,6 درجة فهرنهايت تحت الصفر) كما سجلتها محطة فوستوك عام 1983. على الجانب الآخر، فإن وادى الموت فى كاليفورنيا يعد أحد أكثر أماكن العالم ارتفاعًا فى درجة الحرارة؛ حيث تصل درجة الحرارة بشكل منتظم فى الصيف إلى حوالى 50 درجة مئوية (122 درجة فهرنهايت).

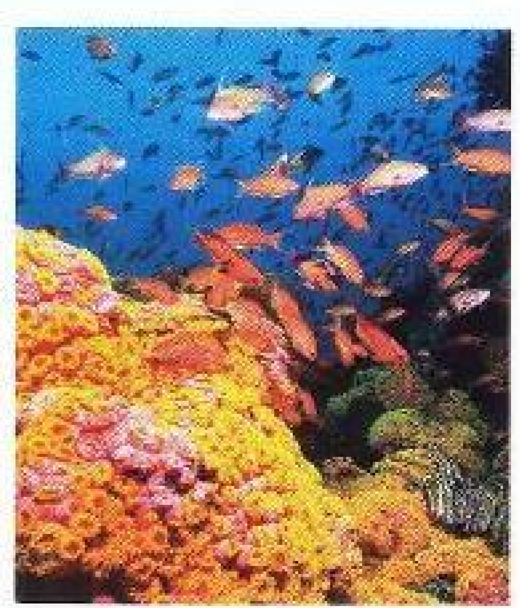


الـدرع المغنـاطيسـى
تمتد مغناطيسية الأرض فى الفضاء؛ حيث تأخذ شكل شرنقة شبيهة بالفقاعة تحيط بالأرض يطلق عليها الغلاف المغناطيسى. ويعمل هذا الغلاف المغناطيسى بمثابة درع يقى الأرض من الجسيمات والإشعاعات المميتة التى تنبعث من الشمس. ومع ذلك، غالبًا ما يتم التخلص من الجسيمات التى يحتجزها الغلاف المغناطيسى فوق القطبين. وعندما تتفاعل هذه الجسيمات مع الجزء العلوى من الغلاف الجوى، ينتج عن هذا التفاعل عروض ضوئية جميلة يطلق عليها الشفق القطبى الجنوبى والشفق القطبى الشمالى.



صورة للشفق القطبى التقطت من مكوك فضائى

الحيـاة بمختلف أشكالها
فى ظل وجود درجات الحرارة المريحة والمياه السائلة وتوافر الأكسجين فى الغلاف الجوى، تتمتع الأرض بإمكانية وجود أشكال مختلفة من الحياة على سطحها. وتتباين أشكال الحياة على الأرض من الكائنات البدائية الميكروسكوبية الدقيقة مثل الفيروسات والبكتريا إلى الشجر الأحمر الضخم ووفرة من النباتات الزهرية؛ ومن الكائنات الزاحفة والمتسلقة مثل البزاقات والعناكب إلى الطيور ذات الدم الحار والثدييات الذكية، مثل البشر.



الحياة مزدهرة فى الشعاب المرجانية وحولها



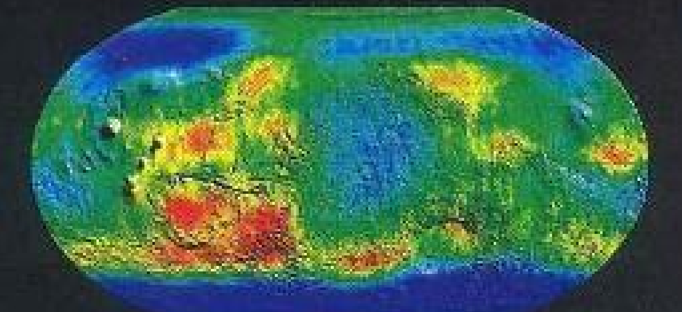
على الرغم من أن الأرض تبدو هنا قائمة، فإنها تميل فى الواقع عند القطبين بزاوية قدرها 23,5 درجة عن الوضع العمودى. وبينما تدور الأرض حول الشمس، فإن أحد القطبين يتعرض لضوء الشمس لفترة أطول من الآخر، وهو ما يؤدى إلى تعاقب الفصول الأربعة

المـريـخ - الكـوكـب الأحـمـر

اللون الأحمر الذى يظهر به المريخ يجعل منه عضوًا مميزًا بين أعضاء المجموعة الشمسية. هكذا، ولارتباطه بحمرة الدم والنار، فقد أطلق على هذا الكوكب اسم إله الحرب عند الرومان (نقصد بذلك الاسم الإنجليزى لكوكب المريخ Mars الذى هو نفسه اسم إله الحرب عند الرومان). ويبلغ قطر المريخ 6794 كيلومترًا (4222 ميلاً)، وبالتالى فإن حجم المريخ يمثل فقط نصف حجم الأرض تقريبًا، ولكنه يتشابه مع كوكب الأرض من عدة أوجه. فيوم المريخ لا يزيد عن يوم الأرض إلا بمقدار نصف ساعة تقريبًا. كما تتعاقب عليه الفصول، ويحيط به غلاف جوى ويتجمع الجليد عند قطبيه. ولكن بطرق أخرى، يختلف المريخ عن الأرض تمامًا. فالغلاف الجوى للمريخ رقيق جدًا ويشتمل بصفة أساسية على ثانى أكسيد الكربون. كذلك، فإن سطح المريخ مجدب قاحل، ودرجة حرارته تكون فى المتوسط تحت درجة التجمد. ومن ثمَّ لا تتناسب ظروف هذا الكوكب فى الوقت الحالى مع وجود أى شكل من أشكال الحياة، ولكنها ربما كانت غير ذلك فى الماضى.

النصف الشمالى من المريخ فى معظمه سهول منبسطة

يصل عمق أخدود فاليس مارينريس (الأخدود المريخى العظيم) فى بعض الأماكن إلى 6 كيلومترات (4 أميال)



عـالـم غنـى بالمـاء

لقد علمنا لسنوات أن المريخ به جليد مائى عند القطبين، لكن المشاهدات الحديثة لكوكب المريخ من خلال المركبة الفضائية «مارس أوديسى» تشير إلى أن الجليد موجود فى تربة المريخ أيضًا، ولا سيما فى المناطق القطبية الجنوبية. وتظهر المناطق الجليدية على هذه الخريطة باللون الأزرق الداكن. وفى هذه المناطق، من الممكن أن يشغل الجليد المائى نسبة 50 بالمائة من عمق المتر الأول (ثلاث أقدام) من سطح التربة.

تنتشر فى النصف الجنوبى من المريخ مرتفعات مليئة بالفوهات مثلما تراها على سطح قمر الأرض

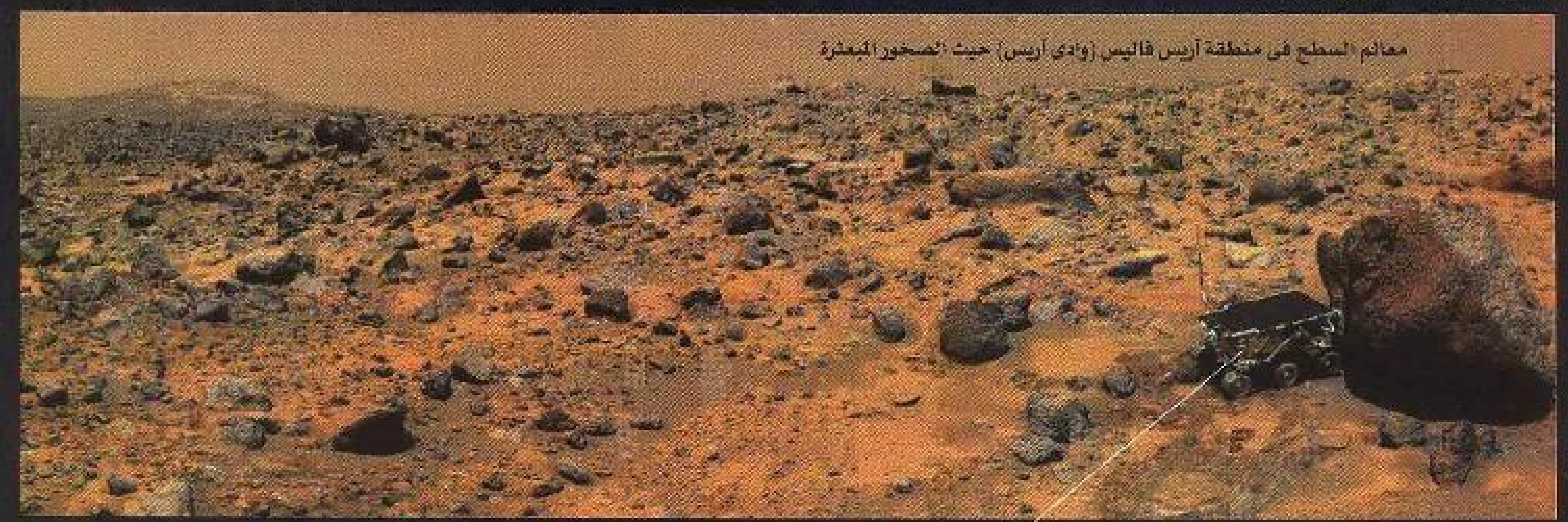
استكشاف السطح

لقد تم استكشاف سطح المريخ بشكل فاق ما حدث مع أى كوكب آخر. فقد التقطت المسابر الفضائية التى هبطت على سطحه مثل مسبارى «فايكنج» (1976) ومسبار «مارس باثفايندر» (1997) صورًا قريبة للسطح. وتظهر الصور صخورًا بلون صدأ الحديد مبعثرة على سطح رملى. وقد تم تجهيز الطوافة صغيرة الحجم «سوجورنر» التى كانت مرافقة للمسبار «باثفايندر» لتحليل تركيب صخور المريخ. ومعظم صخور المريخ صخور بركانية، ولكن بعض الصخور تبدو مثل الصخور الرسوبية الموجودة على الأرض، وهو ما يوحى أن المياه قد جرت على سطح المريخ فى يوم من الأيام. بل إنه ربما كان هناك محيطات، وذلك منذ زمن بعيد عندما كان المناخ أكثر اعتدالا مما هو عليه الآن.

كلاب الحرب

يتبع كوكب المريخ قمران هما فوبوس وديموس (ويعنى هذان الاسمان الخوف والرعب). وكل منهما ضئيل الحجم - حيث يبلغ قطر فوبوس حوالى 26 كيلومترًا (16 ميلاً)، أما ديموس فيصل قطره إلى 16 كيلومترًا (10 أميال) فقط. ويعتقد علماء الفلك أنهما كويكبان أسرتهما جاذبية المريخ منذ زمن بعيد؛ فهما داكنان وغنيان بالكربون مثل كثير من الكويكبات.

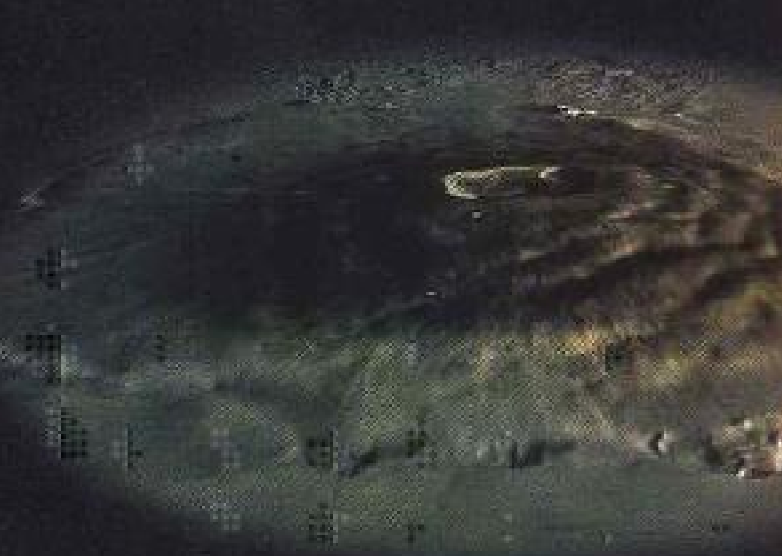




معالم السطح فى منطقة آريس فاليس (وادى آريس) حيث الصخور المبعثرة

على قمة المريخ

يعد بركان جبل أوليمبس الأكبر من بين أربعة براكين ضخمة تقع بالقرب من خط استواء المريخ. ويبلغ ارتفاع هذا البركان حوالى 24 كيلومترًا (15 ميلاً) فوق ما يحيط به، وهو بذلك أعلى ثلاث مرات من قمة جبل إفرست. ويبلغ قطر هذا البركان عند القاعدة حوالى 600 كيلومتر (370 ميلاً) فى حين يصل اتساع فوهته إلى 90 كيلومترًا (56 ميلاً). ولعل آخر ثوراته حدثت منذ ما يقرب من 25 مليون سنة.



طقس المريخ

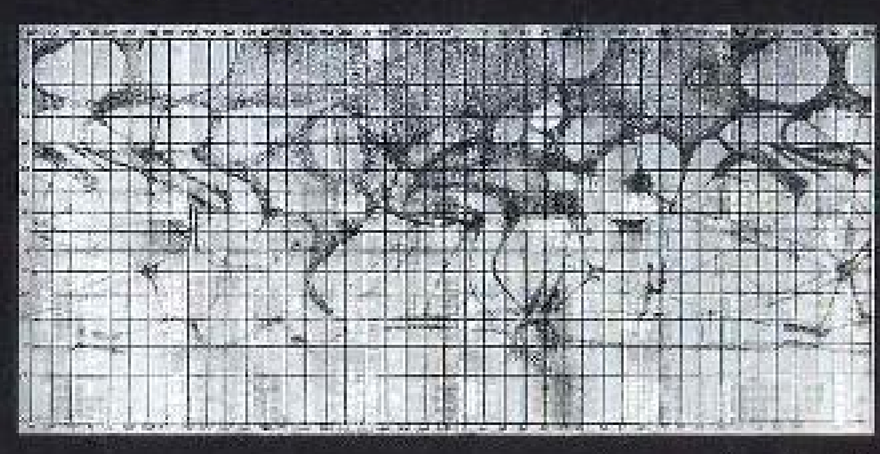
على الرغم من أن المريخ يحيطه غلاف جوى رقيق، فإنه غالبًا ما تهب رياح عنيفة على سطحه، والتى تصل سرعتها إلى 300 كيلومتر فى الساعة (200 ميل فى الساعة). وتثير هذه الرياح الجسيمات الناعمة الموجودة على سطح المريخ لتتحول إلى عواصف ترابية تحجب الكوكب بالكامل.



صورة من رواية حرب العوالم تعود لعام 1907

المريخيون قادمون

لعبت التصورات الذهنية عن وجود شعب مريخى يائس يناضل من أجل البقاء فى مناخ متزايد العداء دورًا فى إثارة خيال الكثيرين، بمن فيهم المؤلف الإنجليزى «هـ. ج. ويلز». ففى عام 1898، نشر هذا المؤلف رواية خيال علمى هى الأولى من نوعها تحت عنوان «حرب العوالم». وقد حكت هذه الرواية عن غزو المريخيين للأرض باستخدام أسلحة وعتاد حربى مرعب لا يقهر. ولدى استماع الجمهور لتفاصيل الغزو المريخى التى اقتبسها أورسون ويلز للإذاعة وتم تقديمها كما لو كانت تقريرًا إخباريًا، شهدت الولايات المتحدة الأمريكية فى عام 1938 حالة من الذعر.



قنوات المريخ

كان عالم الفلك الإيطالى جيوفانى شياربلى أول من ذكر أنه رأى قنوات على سطح المريخ فى عام 1877. وقد دعا ذلك علماء الفلك الآخرين إلى افتراض أنه كان هناك جنس منقرض يقطن المريخ وكانوا يحفرون قنوات لرى مزارعهم العطشى. كان من أبرز هؤلاء العلماء بيرسيفال لويل الذى وضع خرائط لنظم هذه القنوات.

المشترى - ملك الكواكب

كوكب المشترى هو أضخم أعضاء المجموعة الشمسية بعد الشمس؛ حيث يزيد حجمه عن حجم كل الكواكب الأخرى مجتمعة. والمشترى هو أحد الكواكب الغازية العملاقة، ويحيط به غلاف جوى من الهيدروجين والهيليوم فوق محيط شاسع من الهيدروجين السائل. ويقطع وجهه ذا الألوان الزاهية أشرطة قاتمة وباهتة يطلق عليها الأحزمة والنطاقات، وهى عبارة عن سحب استطالت بسبب السرعة الشديدة لدوران الكوكب حول نفسه؛ إذ يكمل المشترى دورة واحدة حول محوره فى أقل من 10 ساعات. وهذه السرعة العالية فى الدوران حول المحور تتسبب أيضًا فى انبعاج الكوكب بشكل ملحوظ عند خط الاستواء. ويدور حول المشترى على الأقل 39 قمرًا، إلا أن أربعة أقمار منها فقط، والمسماة بأقمار جاليليو، تمتاز بضخامة الحجم. كما تحيط المشترى أيضًا منظومة حلقية، ولكن الحلقات صغيرة وخافتة لدرجة أنه لا يمكن رؤيتها من الأرض.

هوائى يرسل البيانات إلى الأرض ويستقبل التعليمات



حاكم الآلهة

يحمل كوكب المشترى فى اللغة الإنجليزية اسم الإله جوبيتر (Jupiter)، وهذا الاسم يتناسب مع ملك الكواكب؛ لأن جوبيتر كان ملك الآلهة فى الأساطير الرومانية. وقد أطلق الإغريق القدماء على ملك آلهتهم اسم زيوس، ورووا القصص عن انتصاراته الغرامية الكثيرة. وقد تمت تسمية كل أقمار المشترى (باستثناء القمر أمالثيا) بنفس أسماء محبوبات زيوس.



حرارة منبعثة من وقود نووى تمد المركبة الفضائية بالطاقة

أجهزة علمية

إرسال جاليليو للمشترى

استقر المسبار الفضائى الأمريكى جاليليو فى مداره حول المشترى فى عام 1995 بعد رحلة استمرت خمسة أعوام فى الفضاء، وذلك بالاستعانة بدفعات من جاذبية الزهرة والأرض. وقد أكدت المعلومات الواردة من المسبار جاليليو أن الطبقة العليا من سحب المشترى تتكون من جليد الأمونيا؛ كما رصد وجود رياح فى الغلاف الجوى تسير بسرعة 650 كيلومترًا فى الساعة (400 ميل فى الساعة). كذلك، فقد التقط المسبار صورًا للقمر يوروبا الذى يدور حول المشترى والتى تشير إلى أن هذا القمر ربما يحمل محيطًا دافئًا تحت طبقة الجليد السطحى.



صورة الأرض بنفس مقياس الرسم

البقعة الحمراء العظيمة

شوهدت البقعة الحمراء العظيمة على سطح المشترى منذ أكثر من 300 سنة. ويبدو أنها إعصار ضخم تدور فيه الرياح بسرعة كبيرة فى عكس اتجاه عقارب الساعة. وترتفع هذه البقعة 8 كيلومترات (5 أميال) فوق قمم السحب المحيطة عندما ترتفع التيارات الدوارة، كما يتغير حجم البقعة، ولكن قطرها يبلغ فى المتوسط 40000 كيلومتر (25000 ميل). ولعل سبب ظهورها باللون الأحمر الزاهى يرجع إلى وجود الفوسفور أو ربما مركبات الكربون.

استهداف المشترى

فى يوليو من عام 1994، اصطدمت بسطح المشترى شظايا المذنب شوميكر ليفى 9 البالغ عددها 20 أو ما يقرب من ذلك بعد أن اعترض الكوكب العملاق مدار المذنب. وقد نتج عن التصادمات كرات نارية ضخمة تناثرت فى الغلاف الجوى للكوكب فى مساحة يبلغ قطرها 4000 كيلومتر (2500 ميل). وقد ظلت «الندوب» الناتجة عن ذلك لعدة أسابيع.

انتفاخ السطح (أسفل الصورة) والندبة النامية بعد اصطدام إحدى شظايا المذنب بالكوكب



انفجار بركانى على سطح إيو

القمر إيو

يعد إيو أزهى أقمار المجموعة الشمسية ألوانًا وتغطى سطحه تدفقات من الكبريت تخرج من براكينه العديدة. وترسل الانفجارات البركانية دفقات من غاز ثانى أكسيد الكبريت لمسافة 250 كيلومترًا (150 ميلاً) فوق السطح. ويبلغ طول قطر إيو 3643 كيلومترًا (2264 ميلاً)، وبالتالى فإنه يساوى فى الحجم تقريبًا قمر الأرض.

شقوق فى جليد يوروبا السطحى

القمر يوروبا

يوروبا الذى يبلغ قطره 3130 كيلومترًا (1945 ميلاً) له سطح جليدى منبسط نسبيًا. وهناك شبكة من الشقوق والأخاديد المتقاطعة على سطحه، والتى توضح أماكن تصدع القشرة الجليدية. ويعتقد علماء الفلك أنه قد يكون هناك محيط سائل تحت الجليد وربما يحتضن فى باطنه إحدى صور الحياة. تجدر الإشارة إلى أن كلاً من إيو ويوروبا ترتفع درجة حرارتهما عن طريق قوة الجذب التثاقلى للمشترى.

القمر جانيميد

لا يعتبر جانيميد الذى يبلغ قطره 5268 كيلومترًا (3273 ميلاً) أكبر أقمار المشترى حجمًا فحسب، ولكنه أيضًا أكبر الأقمار الموجودة فى المجموعة الشمسية بالكامل. بل إنه أكبر من كوكب عطارد. ولجانيميد سطح جليدى قديم، وبه مناطق قاتمة وأخرى أخدودية باهتة. وتنتشر الفوهات على سطح هذا القمر، كما تظهر الفوهات الأحدث باللون الأبيض حيث ينكشف الجليد المتكون حديثًا. ويعتقد علماء الفلك أن جانيميد ربما يحوى فى باطنه لبًا من الحديد المنصهر مثل الأرض.

أقمار جاليليو

كان عالم الفلك الإيطالى جاليليو جاليلى من بين أول من راقبوا السماء باستخدام تلسكوب (الصورة أعلاه) فى عام 1609. وقد رأى جاليليو جبالاً على سطح القمر، كما شاهد البقع الشمسية وأوجه كوكب الزهرة. بالإضافة إلى ذلك، رأى أيضًا الأقمار الأربعة الكبرى لكوكب المشترى والتى تعرف الآن باسم أقمار جاليليو.

القمر كاليستو

يدور كاليستو فى مدار خارج مدار جانيميد وهو أصغر منه قليلاً (حيث يبلغ قطره 4806 كيلومترات - 2986 ميلاً). ويبدو كاليستو مختلفًا تمامًا؛ حيث تغطيه الفوهات بالكامل تقريبًا. ويعتقد أن قشرته قديمة جدًا؛ حيث تعود إلى مليارات السنين. وبسبب التغيرات المرصودة فى مغناطيسية هذا القمر، فإن علماء الفلك يعتقدون أنه ربما يكون هناك محيط مالح تحت قشرته الجليدية.

زحـل ـ الكوكـب ذو الحلقـات

كوكب زحل هو الكوكب المفضَّل لدى الجميع بسبب المنظومة البديعة من الحلقات اللامعة التى تطوق خط استوائه. وعلى الرغم من أن هناك ثلاثة كواكب أخرى تدور حولها حلقات وهى المشترى وأورانوس ونبتون، فإن أيًا منها لا يمثل منافسًا لزحل فى هذا الأمر. ومن حيث موقعه فى المجموعة الشمسية، يحتل زحل الترتيب السادس فى البعد عن الشمس؛ حيث يدور فى مدار يعد عنها فى المتوسط حوالى 1427 مليون كيلومتر (887 مليون ميل). ويعتبر كوكب زحل ثانى أكبر الكواكب حجمًا بعد المشترى؛ حيث يبلغ طول قطره 120540 كيلومترًا (74900 ميل) عند خط الاستواء. ويتكون كوكب زحل بصفة أساسية من الهيدروجين والهيليوم حول لب صخرى، مثل المشترى، ولكنه أقل كثافة. وفى الواقع، فإن كوكب زحل خفيف لدرجة تجعله يطفو إذا ما وضع فى الماء. وبالنسبة للشكل الخارجى، يعد سطح الكوكب صورة باهتة من سطح المشترى، مع وجود أحزمة خافتة من السحب التى استطالت أيضًا بسبب سرعة دوران الكوكب حول محوره.

دورة الحلقـات

يميل محور كوكب زحل فى الفضاء بزاوية قدرها 27 درجة تقريبًا. نتيجة لذلك، فإننا نرى الحلقات بزوايا مختلفة فى أثناء رحلة الكوكب حول الشمس. ويحدث مرتين فى أثناء دورة الكوكب حول الشمس التى تستغرق حوالى 30 سنة أن تتخذ الحلقات وضعًا أفقيًا بالنسبة للأرض، وبالتالى لا يمكن رؤية هذه الحلقات من الأرض عندئذٍ.

ظل زحل الواقع على الحلقات

الحلقة B

الحلقة F

ظل الحلقات الواقع على الكوكب

عـالـم الحلقـات

يمكن لعلماء الفلك باستخدام التلسكوبات التعرف على ثلاث حلقات حول كوكب زحل وهى الحلقات A و B و C مرتبة من الخارج إلى الداخل. ويبلغ قطر المنظومة الحلقية فى مجملها نحو 275000 كيلومتر (170000 ميل). وتجدر الإشارة إلى أن أكثر الحلقات اتساعًا ولمعانًا هى الحلقة B، فى حين أن أكثر الحلقات خفوتًا هى الحلقة C (التى يطلق عليها أيضًا حلقة الكريب). وتنفصل الحلقة B عن الحلقة A عن طريق «فاصل كاسينى» وهناك فجوة أصغر بالقرب من حافة الحلقة A يطلق عليها «فاصل إنك». وقد اكتشفت المسابر الفضائية «بايونير 11» و«فويجر 1 و2» العديد من الحلقات الأخرى ـ فهناك الحلقة D شديدة الخفوت والتى تمتد من الحلقة C لأسفل حتى تصل إلى قمم سحب زحل تقريبًا، وهناك أيضًا الحلقات F و G و E التى تقع جميعها وراء الحلقة A.

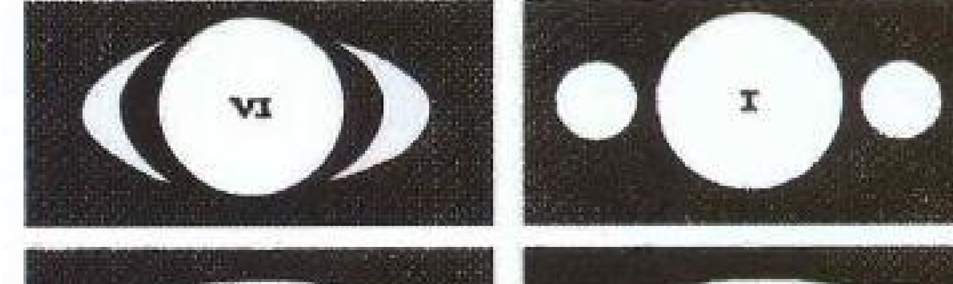


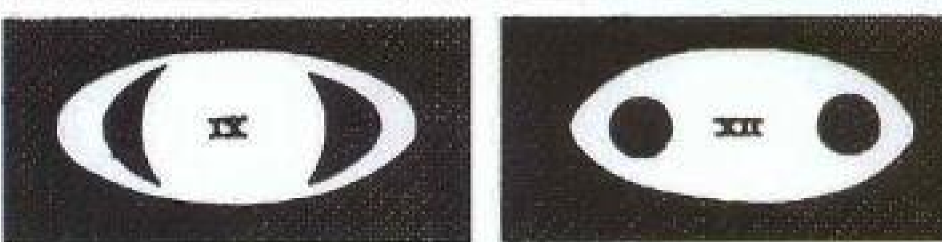
فـى داخـل الحلقـات

توضح الصور التى تم التقاطها عن طريق مسابر «فويجر» الفضائية أن حلقات زحل تتكون من آلاف من الحليقات الضيقة. وتتألف هذه الحليقات من قطع من المادة تدور فى مدار بسرعة كبيرة. وتتكون هذه القطع من الجليد وتتباين بشدة من حيث الحجم بدءًا من الجسيمات التى هى فى حجم حبيبات الرمال ووصولاً إلى الكتل فى حجم الجلمود.

جيوفانـى كاسينـى

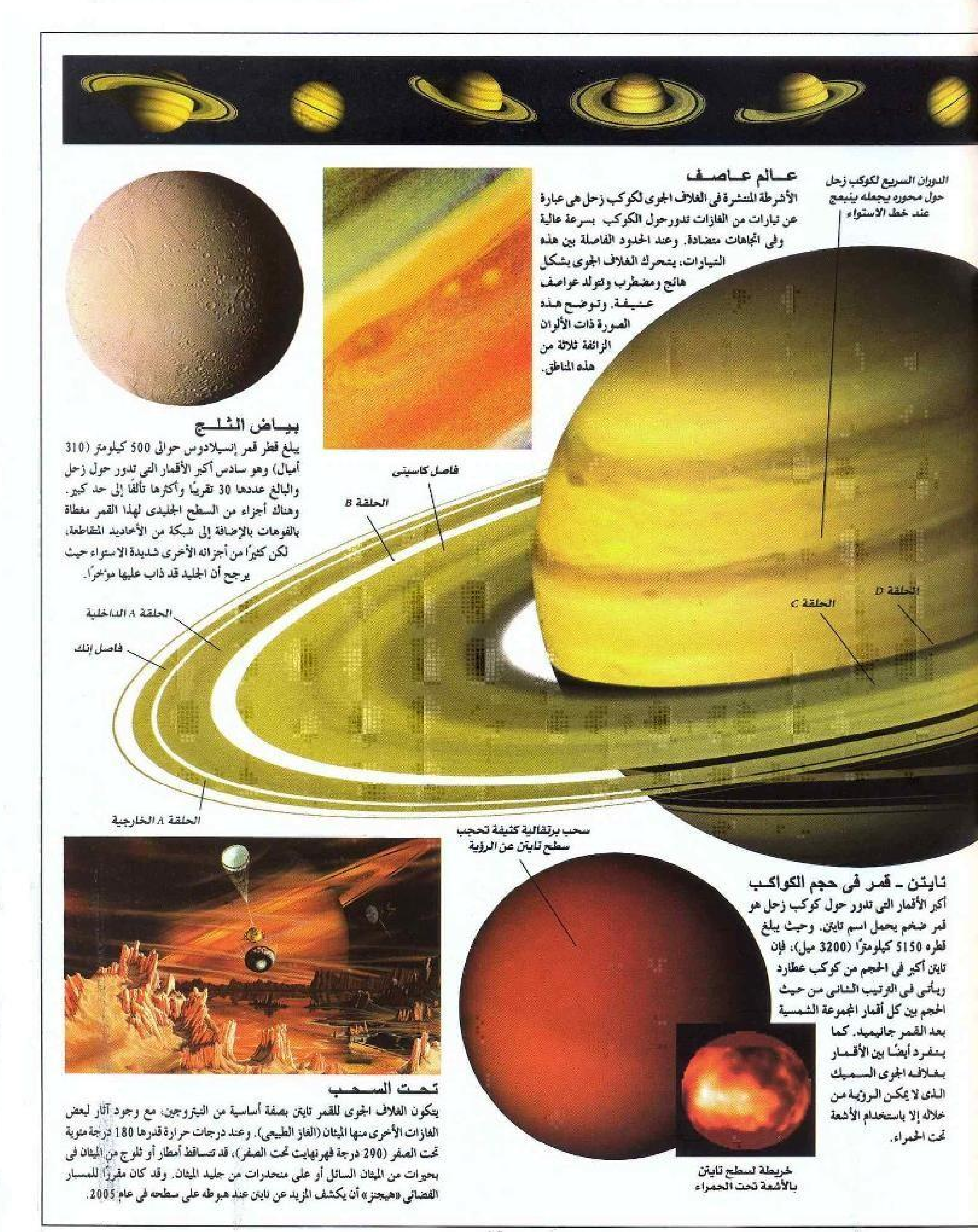
اعتقد علماء الفلك فى نهايات القرن السابع عشر أن حلقات زحل لا بد أن تكون صلبة أو سائلة، لكن الشك تسرَّب إلى هذا الرأى فى عام 1675 عندما اكتشف عالم الفلك الإيطالى جيوفانى دومينيكو كاسينى (1625–1712) وجود خط أسود فى حلقات زحل. فقد ثبت أن هذا الخط هو عبارة عن فجوة بين اثنتين من الحلقات، وأصبح يعرف باسم «فاصل كاسينى». لقد أدرك كاسينى حينئذٍ أنه من غير الممكن أن تكون الحلقات صلبة، لكن حقيقة تركيب هذه الحلقات لم تكتشف حتى القرن التاسع عشر.





الكوكـب الغامـض

كان علماء الفلك الأوائل فى حيرة من أمرهم بسبب الشكل الغريب لكوكب زحل. وقد أورد عالم الفلك الهولندى كريستيان هيجنز فى كتابه «نظام زحل» (1659) رسومًا لكوكب زحل وضعها علماء الفلك بدءًا من جاليليو (الرسم التوضيحى I) ومن تلاه من العلماء، كما ناقش الكثير من التفسيرات المختلفة لشكله غير المعتاد. وقد خلص هيجنز إلى أن الكوكب محاط فى الواقع بحلقة رقيقة مسطحة.



عـالم عـاصـف

الأشرطة المنتشرة في الغلاف الجوى لكوكب زحل هى عبارة عن تيارات من الغازات تدور حول الكوكب بسرعة عالية وفي اتجاهات متضادة. وعند الحدود الفاصلة بين هذه التيارات، يتحرك الغلاف الجوى بشكل هائج ومضطرب وتتولد عواصف عنيفة. وتوضح هذه الصورة ذات الألوان الزائفة ثلاثة من هذه المناطق.

بياض الثلج

يبلغ قطر قمر إنسيلادوس حوالى 500 كيلومتر (310 أميال) وهو سادس أكبر الأقمار التى تدور حول زحل والبالغ عددها 30 تقريبًا وأكثرها تألقًا إلى حد كبير. وهناك أجزاء من السطح الجليدى لهذا القمر مغطاة بالفوهات بالإضافة إلى شبكة من الأخاديد المتقاطعة، لكن كثيرًا من أجزائه الأخرى شديدة الاستواء حيث يرجح أن الجليد قد ذاب عليها مؤخرًا.

تايتن - قمر فى حجم الكواكب

أكبر الأقمار التى تدور حول كوكب زحل هو قمر ضخم يحمل اسم تايتن. وحيث يبلغ قطره 5150 كيلومترًا (3200 ميل)، فإن تايتن أكبر فى الحجم من كوكب عطارد ويأتى فى الترتيب الثانى من حيث الحجم بين كل أقمار المجموعة الشمسية بعد القمر جانيميد. كما ينفرد أيضًا بين الأقمار بغلافه الجوى السميك الذى لا يمكن الرؤية من خلاله إلا باستخدام الأشعة تحت الحمراء.

خريطة لسطح تايتن بالأشعة تحت الحمراء

تحت السحب

يتكون الغلاف الجوى للقمر تايتن بصفة أساسية من النيتروجين، مع وجود آثار لبعض الغازات الأخرى منها الميثان (الغاز الطبيعى). وعند درجات حرارة قدرها 180 درجة مئوية تحت الصفر (290 درجة فهرنهايت تحت الصفر)، قد تتساقط أمطار أو ثلوج من الميثان فى بحيرات من الميثان السائل أو على منحدرات من جليد الميثان. وقد كان مقررًا للمسبار الفضائى «هيجنز» أن يكشف المزيد عن تايتن عند هبوطه على سطحه فى عام 2005.

عــوالــم جديــدة

لقرون كثيرة، لم يفكر أحد بجدية أنه ربما يكون هناك كواكب خافتة لدرجة أنه لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة قابعة في الظلام على مسافة أبعد من كوكب زحل. ولكن في مارس من عام 1781، تمكن الموسيقي الذي تحول إلى عالم فلك «وليام هرشل» من اكتشاف أحد هذه الكواكب. وقد ثبت أن هذا الكوكب السابع، الذي أطلق عليه فيما بعد اسم أورانوس، يدور حول الشمس في مدار يبعد عنها بمسافة قدرها 2875 مليون كيلومتر (1787 مليون ميل)، أي ضعف المسافة بين زحل والشمس. هكذا، فقد ضاعف اكتشاف هرشل فجأة الحجم المعروف للمجموعة الشمسية! بعد ذلك أشار الشذوذ الواضح في مدار كوكب أورانوس إلى إمكانية تأثره بجاذبية كوكب آخر. وبالفعل اكتشف هذا الكوكب - الذي أطلق عليه اسم نبتون - في النهاية على يد «يوهان جال» في مرصد برلين عام 1846. وفي إبريل من عام 2006 تم رفع بلوتو من قائمة كواكب المجموعة الشمسية بسبب صغر حجمه.

عـالـم علـى الحافـة

يحتل أورانوس الترتيب الثالث بين الكواكب من حيث الحجم، حيث يبلغ قطره حوالى 51120 كيلومترا (31770 ميلا). وهو توءم كوكب نبتون تقريبا من حيث الحجم والتركيب - فلكل منهما غلاف جوى عميق مع وجود محيطات دافئة بأسفل. ولكنهما يختلفان في نقطة واحدة مهمة. فكوكب نبتون يدور حول محوره في الفضاء في وضع قائم تقريبا أثناء دورانه حول الشمس. لكن أورانوس يميل محوره بشدة تجعله يقترب جدا من مستوى مداره، ومن ثم فإنه يدور تقريبا على جانبه.

غلاف جوى بلا ملامح تقريبا

يضفي غاز الميثان على الغلاف الجوى لونا أزرق ضاربا إلى الخضرة

ميل محور أورانوس يعني أن طول اليوم عند قطبيه يوازي 84 سنة أرضية

تبلغ درجة الحرارة عند قمم السحب 210 درجات مئوية تحت الصفر (345 درجة فهرنهايت تحت الصفر)

الهيدروجين والهيليوم هما الغازان الرئيسيان في الغلاف الجوى

كاميرات

أجهزة علمية

طبق هوائي لاقط

عمود قياس المغناطيسية

مستكشف الفضاء العميق

إن أكثر المعلومات التفصيلية المتوفرة عن الكوكبين التوءمين أورانوس ونبتون قد تم الحصول عليها من خلال المسبار الفضائي «فويجر 2». وقد تم إطلاق هذا المسبار في عام 1977 ليقضي 12 عاما في زيارة الكواكب الغازية العملاقة الأربعة. فبعد زيارة المشترى وزحل، أسرع إلى أورانوس في عام 1986 ثم إلى نبتون بعد ذلك بثلاثة أعوام. وبحلول وقت وصوله إلى كوكب نبتون، كان «فويجر 2» قد قطع في رحلاته مسافة قدرها 7 مليارات كيلومتر (4.4 مليار ميل) - وكان لا يزال يعمل بكفاءة تامة.

قشرة متصدعة

أسطح شبيهة بالمسارات

ميرانـدا

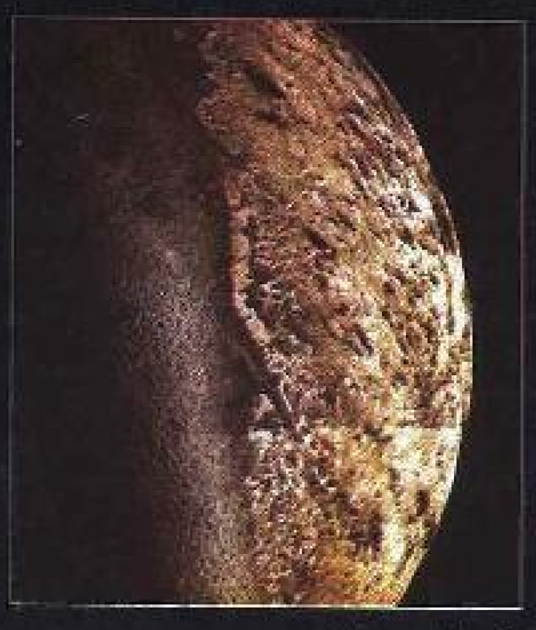
أقمـار متصدعـة

يتبع كوكب أورانوس على الأقل 17 قمرا. وتختلف كل هذه الأقمار التي تتكون من الصخور والجليد عن بعضها البعض بشكل كبير. فالقمر آرييل يحمل سطحه شقوق عميقة. أما ميراندا فقد اجتمعت به كل أنواع التضاريس المختلفة التي يمكن أن توجد على سطح قمر. ويعتقد بعض علماء الفلك أن هذا القمر قد انشق ذات يوم ثم التحم مرة أخرى.

آريـيـل

الكوكب الأزرق

يبعد كوكب نبتون 1.6 مليار كيلومتر (1 مليار ميل) عن كوكب أورانوس. وهو أصغر في الحجم قليلاً من كوكب أورانوس، حيث يبلغ قطره 49530 كيلومتر (30780 ميلاً). ويحيطه منظومة حلقية أكثر خفوتاً. والغلاف الجوي لهذا الكوكب منقط بسحب مضيئة وفي بعض الأحيان تتلاحق عواصف بخارية مظلمة. كما أنه أكثر زرقة من أورانوس لأن به كمية أكبر من الميثان. وقد سجل المسبار الفضائي «فويجر 2» عاصفة ضخمة هبت على سطحه في عام 1989. ويشير وجود نشاط كبير في الغلاف الجوي لكوكب نبتون إلى حتمية وجود مصدر داخلي للحرارة. وتبقي هذه الحرارة أيضاً على درجة حرارة قمم السحب الموجودة في الغلاف الجوي لكوكب نبتون في درجة مساوية لقمم سحب أورانوس، على الرغم من أن الأول أبعد بكثير عن الشمس من الثاني.



فوارات ترايتون

يعد ترايتون أكبر الأقمار الشاذة التي تدور حول كوكب نبتون على الإطلاق، حيث يصل طول قطره إلى 2710 كيلومترات (1680 ميلاً). وهو قمر متجمد تماماً، مثل كوكب بلوتو. ومن المحتمل أن يكون كل منهما عنصراً منحرفاً ضمن سرب من الأجرام الجليدية التي تسبح خلف كوكب نبتون. وسطح ترايتون مغطى بالنيتروجين والميثان المتجمدين. ومن المدهش أن عليه فوارات نشطة. وبطبيعة الحال، لا يخرج من هذه الفوارات ماء وبخار، ولكن ينطلق منها الغبار وغاز النيتروجين.

تبلغ درجة الحرارة عند قمم السحب 210 درجات مئوية تحت الصفر (345 درجة فهرنهايت تحت الصفر)

اكتشاف نبتون

رصد يوهان جال كوكب نبتون لأول مرة في عام 1846، بعد أن قام عالم الرياضيات الفرنسي أوربان لوفيرييه (1811-1877) بحساب الموضع الذي يجب أن يكون فيه. تجدر الإشارة إلى أن الإنجليزي جون كاوتش آدمز (1819-1892) قد أجرى حسابات مشابهة قبل عام من هذا التاريخ لكن أحداً لم يعتمد عليها.



تحيط بكوكب أورانوس 11 حلقة حول خط استوائه

يصل قطر جسيمات الحلقة 1 متر (3 أقدام) في المتوسط

يكمل القمر شارون دورته حول بلوتو (الذي كان يعتقد أنه كوكب) كل 6 أيام و9 ساعات

الحلقة الخارجية هي الأكثر ضياء

الكويكبات والشهب والنيازك

هناك أعضاء كثيرون فى المجموعة الشمسية بالإضافة إلى الكواكب والأقمار التى تدور حولها. ولعل الأكبر من بين هذه الأجرام هى الكتل الصخرية التى نطلق عليها الكويكبات أو الكواكب الصغيرة التى تدور فى مدارات قريبة نسبيًا من الشمس. بالإضافة إلى ذلك، هناك أسراب من الأجرام الجليدية الأصغر حجمًا تسبح على مسافات أبعد بكثير عند حافة المجموعة الشمسية. ومن حين لآخر، تتحرك بعض هذه الأجرام إلى الداخل باتجاه الشمس حيث تذوب، ثم تنطلق منها سحب من الغاز والغبار، فتصبح مرئية فيما يعرف باسم المذنبات (انظر صفحة 40). وغالبًا ما تتصادم الكويكبات مُخلفة شظايا من كلا الكويكبين المتصادمين، كما تترك المذنبات خلفها تيارات من الغبار. وتملأ الجسيمات المكونة للمذنبات والكويكبات، التى يطلق عليها الأحجار النيزكية، الفضاء الممتد فيما بين الكواكب. وعندما تعبر هذه الجسيمات مدار الأرض وتدخل غلافها الجوى، فإن معظمها يحترق فى الغلاف الجوى ويظهر فى صورة شهب. ويطلق على الشهب النادرة التى تصل إلى سطح الأرض نيازك أو أحجار نيزكية.

الكويكب «إيدا»

تنوع الكويكبات

حتى أضخم الكويكبات، وهو الكويكب «سيريس»، لا يتعدى قطره 930 كيلومترًا (580 ميلًا)، وهو ما يجعله أقل من ثلث حجم قمر الأرض. ثم يأتى بعد ذلك الكويكبان اللذان يحتلان الترتيب الثانى من حيث الحجم وهما «بالاس» و «فستا»، ولا يتعدى حجمهما نصف حجم الكويكب «سيريس». لكن معظم الكويكبات أصغر من ذلك بكثير - على سبيل المثال، يبلغ طول الكويكب «إيدا» حوالى 50 كيلومترًا (35 ميلًا). أما «جاسبرا» فلا يزيد طوله عن حوالى 18 كيلومترًا (11 ميلًا). وقد كانا من أوائل الكويكبات التى تم تصويرها، وذلك عن طريق المركبة الفضائية جاليليو خلال رحلتها إلى كوكب المشترى. ويتكون «جاسبرا» بصفة أساسية من صخور السيليكات، مثله فى ذلك مثل الكثير من الكويكبات. وفيما يخص الكويكب «إيدا»، فإن تركيبه يكتنفه الكثير من الغموض. أما الكويكبات الأخرى فتتكون بصفة أساسية من المعادن أو خليط من الصخور والمعادن.



حزام الكويكبات

لقد تم اكتشاف أكثر من 10000 كويكب، لكن أعدادها فى المجمل تصل إلى مليارات. ومعظم هذه الكويكبات يدور حول الشمس داخل شريط واسع فى منتصف المسافة تقريبًا بين مدارى المريخ والمشترى. ويطلق على هذا الشريط حزام الكويكبات. ويبعد مركز هذا الحزام عن الشمس مسافة تقدر بنحو 400 مليون كيلومتر (250 مليون ميل). ومع ذلك، فإن بعض الكويكبات تتحرك إلى خارج هذا الحزام وتسير فى مدارات يمكن أن تأخذها إلى داخل مدار الأرض أو إلى الخارج إلى ما بعد زحل.

تعدين الكويكبات

عينة لحجر نيزكى من النيكل والحديد

تتميز الكويكبات المعدنية بأنها غنية بالحديد والنيكل علاوة على بعض المعادن الأخرى التى يندر وجودها نسبيًا على الأرض. تجدر الإشارة إلى أن المعادن توجد فى الكويكبات فى صورة نقية وليس كمعادن خام كما هو الحال على الأرض. ويزيد ذلك من سهولة استخراجها كثيرًا. ومن ثم فعندما تبدأ موارد من هذه المعادن النادرة فى النفاد، ربما يمكن إرسال رواد فضاء أو أجهزة تعدين آلية إلى الفضاء لاستخراج هذه المعادن من الكويكبات وإرسالها إلى الأرض. وبطبيعة الحال، سوف تتمثل أولى أهدافها فى الكويكبات القريبة من الأرض، أى تلك التى يقترب مدارها من كوكبنا.

الشرطة السماوية

فى عام 1800، قام البارون المجرى فرانس فون زاك بتنظيم «فريق بحث» من علماء الفلك الألمان للبحث عن كوكب فى «الفجوة» الظاهرة فى المجموعة الشمسية بين المريخ والمشترى. وقد أصبحت هذه المجموعة معروفة باسم «الشرطة السماوية». لكن الأضواء خطفت منهم وتسلطت على عالم الفلك الإيطالى جوزيبى بيازى الذى حدد موقع «كوكب» جديد فى هذه الفجوة فى الأول من يناير عام 1801. أطلق على هذا الجرم اسم «سيريس»، وثبت فيما بعد أنه أول كوكب صغير، أو كويكب.

جوزيبى بيازى (1746-1826)



وابل من الشهب

تكون الأشرطة النارية التي نراها في السماء في صورة شهب من جسيمات نيزكية أكبر قليلا من حبيبات الرمال. وترتفع درجة حرارة هذه الجسيمات حتى تصل إلى درجة التوهج بسبب الاحتكاك الناتج عن اختراقها الغلاف الجوي بسرعة تصل إلى 100000 كيلومتر في الساعة (60000 ميل في الساعة). وفي المتوسط يمكن رؤية ما يصل إلى 10 شهب في سماء الليل كل ساعة. لكن في أثناء عواصف ووابلات الشهب، من الممكن رؤية الآلاف منها.

عاصفة الشهب ليونيد التي هبت في عام 1833 فوق شلالات نياجرا

نير إيروس

في فبراير من عام 2001، حقق المسبار الفضائي نير شوميكر إنجازا كبيرا، فقد هبط على سطح الكويكب إيروس، وهو كتلة صخرية لا يتعدى طولها 33 كيلومترا (20 ميلا). وكان نير شوميكر قد دار حول الكويكب بالفعل لمدة عام قبل ذلك (وكلمة «نير NEAR» تتكون في الإنجليزية من الحروف الأولى من الكلمات Near-Earth Asteroid Rendezvous «لقاء مع كويكب قريب من الأرض»).

البحث عن الأحجار النيزكية

تعد القارة القطبية الجنوبية أنتاركتيكا إحدى البقاع الغنية التي يقصدها الباحثون عن النيازك، وهي كتل حجرية مرت بسلام عبر الغلاف الجوي دون أن تحترق كليًا. وقد أدى كل من تحركات الجليد والرياح العنيفة إلى تجميع الأحجار النيزكية المبعثرة على مساحات واسعة في أماكن معينة.

فوهات النيازك

من وقت لآخر، تصطدم بسطح الأرض أحجار نيزكية كبيرة الحجم فعلا وتخلف وراءها حفرا أو فوهات ضخمة. فمنذ عشرات الآلاف من السنين تسبب حجر نيزكي ضخم في تكوين هذه الفوهة في كندا، والتي تمتلئ بالجليد منذ ذلك الحين. ولعل أفضل الفوهات التي بقيت بحالة جيدة هي فوهة «ميتيور كريتر» الموجودة في صحراء أريزونا القاحلة، والتي تكونت منذ ما يقرب من 50000 سنة مضت. ويبلغ قطر هذه الفوهة 1265 مترا (4150 قدما) وعمقها 175 مترا (575 قدما).

في داخل الأحجار النيزكية

معظم الأحجار النيزكية التي تم اكتشافها تتكون من مواد حجرية، لكن كل النيازك الأضخم حجما تتكون من المعادن، وبصفة أساسية من الحديد والنيكل. تجدر الإشارة إلى أن الحجر النيزكي العملاق «هوبا وست» الذي تم العثور عليه في ناميبيا يصل وزنه إلى 60 طنا على الأقل. كذلك، فإن بعض الأحجار النيزكية غني بالمركبات الكربونية، التي تمثل عناصر بناء الحياة.

المــذنبـــات

فى الأطراف النائية من المجموعة الشمسية، توجد سحب ضخمة من الحطام الجليدى، التى تمثل بقايا زمن نشأة المجموعة الشمسية. ومن وقت لآخر، تثار بعض هذه الكتل وتتحرك للداخل باتجاه الشمس. وتبقى هذه الأجرام ـ التى يصل قطرها فى المتوسط إلى 10 كيلومترات (6 أميال) فقط ـ غير مرئية حتى ترتفع حرارتها بفعل حرارة الشمس، فتطلق سحبًا مضيئة من الغازات والغبار. عندئذٍ تتحول هذه الكتل لتصبح أكثر الأجرام التى تظهر فى السماء إثارة ـ وهى المذنبات. وعندما تصل إلى أقصى درجة من التوهج، تستطيع المذنبات أن تنافس أكثر الكواكب ضياءً، ومن الممكن أن تتكون خلفها ذيول تمتد لملايين الكيلومترات. وتبدو المذنبات كما لو كانت تظهر فجأة من العدم. فى الماضى، كان الناس يعتبرون المذنبات نذير شؤم وأنها تتسبب فى حدوث المجاعات والأمراض والموت والدمار.

قلب المذنب

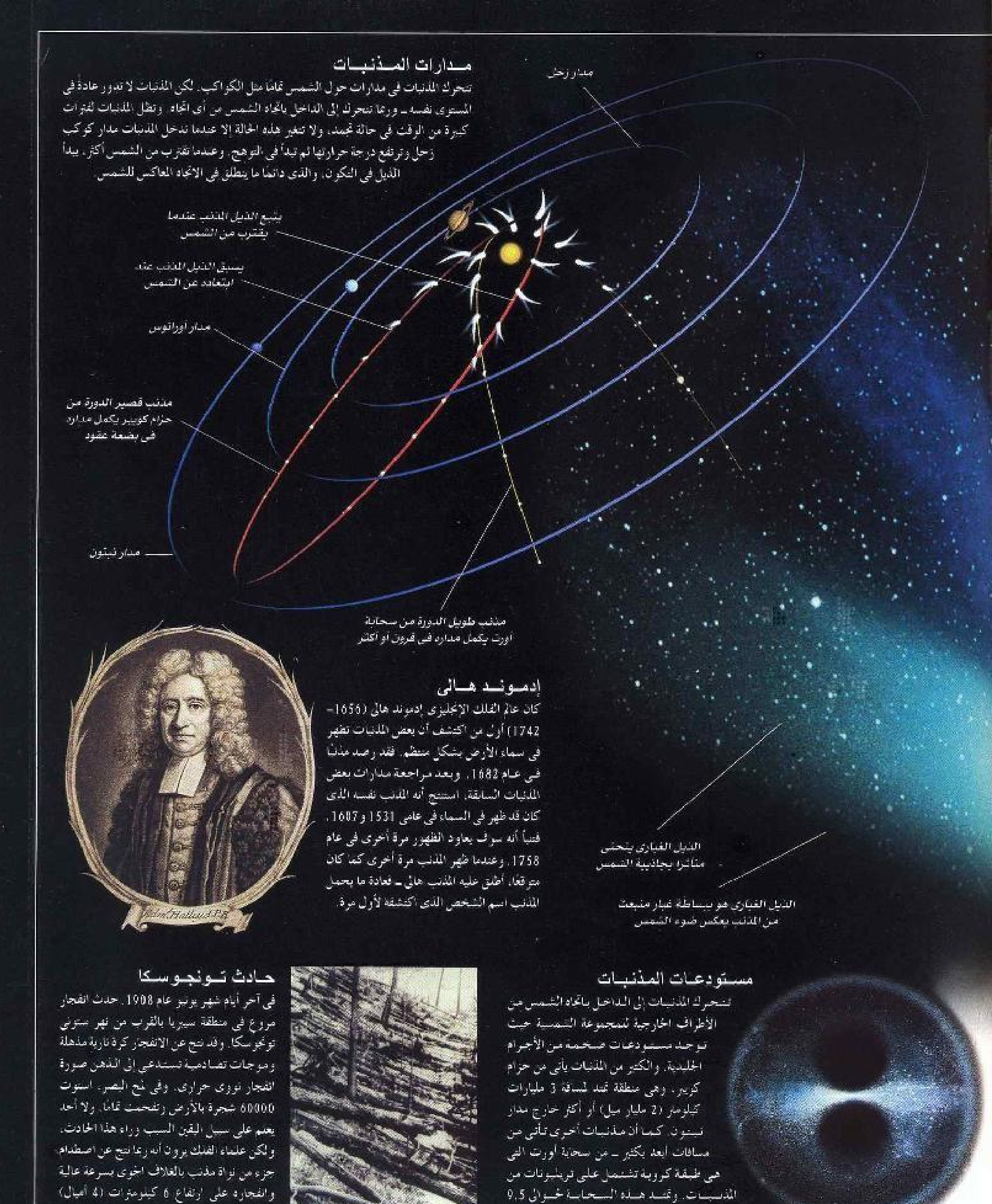
فى مارس من عام 1986، تمكن المسبار الفضائى «جوتو» من التقاط صور قريبة مذهلة للمذنب هالى. وقد أوضحت هذه الصور وجود نفاثات مضيئة من الغاز المنبعث من النواة المركزية التى تشبه فى الشكل ثمرة البطاطس، ويبلغ طولها حوالى 16 كيلومترًا (10 أميال) وعرضها نصف ذلك. كما يتصف السطح بالوعورة حيث يغطيه ما يشبه التلال والفوهات، كما أنه شديد السواد. وقد أوضح تحليل الغازات المنبعثة أنها تتكون من بخار الماء بنسبة 80 بالمائة. كما عثر أيضًا على آثار لمركبات عضوية قائمة على الكربون. ويعتقد بعض علماء الفلك أن المذنبات ربما تقوم بتوزيع عناصر بناء الحياة هذه فى أنحاء المجرة.

كرات الثلج الهشة

مثل كرات الثلج، لا تتماسك أجزاء المذنبات بعضها البعض بقوة وغالبًا ما تنفصل. ففى يوليو من عام 1992، مر أحد المذنبات على مسافة قريبة جدًا من كوكب المشترى وتفتت بفعل جاذبية الكوكب العملاق. وفى الربيع التالى، تم رصد شظايا هذا المذنب على يد مراقبى المذنبات كارولين وجين شوميكر ودافيد ليفى. وسرعان ما أصبح واضحًا أن هذا المذنب المتشظى، الذى أطلق عليه شوميكر ليفى 9، سوف يصطدم بكوكب المشترى، وهو ما حدث بالفعل فى عام 1994.

مذنب القرن

فى ربيع عام 1997، ساد فى سماء الأرض أحد أشد المذنبات ضياءً فى القرن العشرين. وكان قد تم اكتشاف هذا المذنب قبل ذلك بعامين على يد عالمى الفلك الأمريكيين آلان هيل وتوماس بوب. وقد فاق المذنب هيل بوب فى تألقه كل شىء فى السماء باستثناء أكثر النجوم ضياءً وظل فى سماء الليل لأسابيع. وقد ظهر لهذا المذنب ذيلان مكتملان يخلفان الرأس المتوهج، أو ذؤابة المذنب. وكان أحدهما منحنيا وضاربًا إلى الصفرة ويتكون من ذرات الغبار، والآخر أكثر استقامة وأزرق اللون ويتكون من غازات متأينة. وقد بلغ طول قطر نواة المذنب هيل بوب 30–40 كيلومترًا (20–30 ميلاً)، مما يجعل حجمه شديد الضخامة مقارنة بالمذنبات الأخرى.



مدارات المذنبات

تتحرك المذنبات فى مدارات حول الشمس تمامًا مثل الكواكب. لكن المذنبات لا تدور عادةً فى المستوى نفسه ـ وربما تتحرك إلى الداخل باتجاه الشمس من أى اتجاه. وتظل المذنبات لفترات كبيرة من الوقت فى حالة تجمد. ولا تتغير هذه الحالة إلا عندما تدخل المذنبات مدار كوكب زحل وترتفع درجة حرارتها ثم تبدأ فى التوهج. وعندما تقترب من الشمس أكثر، يبدأ الذيل فى التكون، والذى دائمًا ما ينطلق فى الاتجاه المعاكس للشمس.

إدموند هالى

كان عالم الفلك الإنجليزى إدموند هالى (1656-1742) أول من اكتشف أن بعض المذنبات تظهر فى سماء الأرض بشكل منتظم. فقد رصد مذنبًا فى عام 1682. وبعد مراجعة مدارات بعض المذنبات السابقة، استنتج أنه المذنب نفسه الذى كان قد ظهر فى السماء فى عامى 1531 و1607، فتنبأ أنه سوف يعاود الظهور مرة أخرى فى عام 1758. وعندما ظهر المذنب مرة أخرى كما كان متوقعًا، أطلق عليه المذنب هالى ـ فعادة ما يحمل المذنب اسم الشخص الذى اكتشفه لأول مرة.

حادث تونجوسكا

فى آخر أيام شهر يونيو عام 1908، حدث انفجار مروع فى منطقة سيبريا بالقرب من نهر ستونى تونجوسكا. وقد نتج عن الانفجار كرة نارية مذهلة وموجات تصادمية تستدعى إلى الذهن صورة انفجار نووى حرارى. وفى لمح البصر، استوت 60000 شجرة بالأرض وتفحمت تمامًا. ولا أحد يعلم على سبيل اليقين السبب وراء هذا الحادث، ولكن علماء الفلك يرون أنه ربما نتج عن اصطدام جزء من نواة مذنب بالغلاف الجوى بسرعة عالية وانفجاره على ارتفاع 6 كيلومترات (4 أميال) فوق سطح الأرض.

مستودعات المذنبات

تتحرك المذنبات إلى الداخل باتجاه الشمس من الأطراف الخارجية للمجموعة الشمسية حيث توجد مستودعات ضخمة من الأجرام الجليدية. والكثير من المذنبات يأتى من حزام كويبر، وهى منطقة تمتد لمسافة 3 مليارات كيلومتر (2 مليار ميل) أو أكثر خارج مدار نبتون. كما أن مذنبات أخرى تأتى من مسافات أبعد بكثير ـ من سحابة أورت التى هى طبقة كروية تشتمل على تريليونات من المذنبات. وتمتد هذه السحابة حوالى 9.5 تريليون كيلومتر (6 تريليونات ميل) بعيدًا عن الشمس.

شمـــوس بعيـــدة

فى كل ليلة صافية سماؤها، إذا ما تحليت بكثير من الصبر، ربما يمكنك أن تعد حوالى 2500 نجم فى السماء. ومن خلال نظارة معظمة أو تلسكوب صغير، يمكنك أن ترى ملايين أخرى من النجوم. ودائمًا ما تظهر هذه النجوم كثقوب صغيرة خافتة الضوء، ولكن إذا قطعت تريليونات الكيلومترات لتنظر إليها عن كثب، فإنها تتضح بصورتها الفعلية كأجرام مضيئة ضخمة مثل الشمس. حتى أكثر النجوم قربًا من كوكبنا بعد الشمس (وهو الأقرب القنطورى) يقع على مسافة بعيدة جدًا لدرجة أن ضوءه يستغرق ما يزيد على أربع سنوات ليصل إلينا ـ ويقال عن مثل ذلك النجم إنه يبعد عنا أكثر من أربع سنوات ضوئية. وغالبًا ما يستخدم علماء الفلك السنوات الضوئية ـ وهى المسافة التى يقطعها الضوء فى سنة ـ كوحدة قياس المسافات بين النجوم. كما يستخدمون أيضًا وحدة يطلق عليها الفرسخ النجمى، والتى تعادل 3,3 سنوات ضوئية تقريبًا.

كـون من النجـوم

داخل سحب النجوم الكثيفة المنتشرة فى مجرة الطريق اللبنى، تبدو النجوم محتشدة معًا بالملايين. وهناك أنواع كثيرة مختلفة من النجوم، تتفاوت فيما بينها من حيث شدة الضياء واللون والحجم والكتلة. وفى مجرتنا الضخمة وحدها ـ «جزيرة النجوم» فى الفضاء ـ يبلغ العدد الإجمالى للنجوم حوالى 200 مليار نجم. وهناك مليارات أخرى من المجرات المشابهة لها فى الكون.

نجوم من السحابة النجمية ساجيتاريوس (القوس والرامى)

سحابة نجمية تقع على بعد 25000 سنة ضوئية من الأرض، فى اتجاه مركز مجرة الطريق اللبنى

جاما كاسيوبيا (615 سنة ضوئية)

ابسيلون كاسيوبيا (440 سنة ضوئية)

ألفا كاسيوبيا (240 سنة ضوئية)

بيتا كاسيوبيا (54 سنة ضوئية)

البعد الحقيقى لنجوم كوكبة كاسيوبيا (ليس بشكل نسبى)

شكل النجوم فى كوكبة كاسيوبيا (ذات الكرسى)

دلتا كاسيوبيا (100 سنة ضوئية)

نجم منكب الجوزاء (القدر 0.5)

النجـوم والكـوكبـات

تكون بعض النجوم المعينة مع بعضها البعض أشكالًا فى السماء يمكننا التعرف عليها. ويطلق على هذه التجمعات النجمية اسم الكوكبات. وقد أطلق علماء الفلك القدامى على هذه الكوكبات أسماء شخصيات من الأساطير القديمة. وتبدو النجوم المكونة للكوكبة كما لو كانت قد تجمعت معًا فى السماء، ولكنها عادة ليست كذلك. فهذه النجوم تظهر معًا لأنها تقع فى الاتجاه نفسه من الفضاء فقط. ويعنى ذلك أيضًا أن النجوم التى تبدو متشابهة فى شدة الإضاءة ربما تكون فى الواقع مختلفة تمامًا.

نجم رجل الجوزاء ونجم منكب الجوزاء يبدوان بدرجة ضياء متساوية تقريبًا، لكن نجم الرجل يبعد عن نجم المنكب بضعف المسافة كما يفوقه فى شدة الإضاءة بخمسة أضعاف.

نجم رجل الجوزاء (القدر 0.1)

كـم تبعـد النجـوم؟

من الممكن قياس مدى بعد بضع مئات من النجوم الأكثر قربًا بشكل مباشر من خلال استخدام طريقة اختلاف المنظر. والمقصود باختلاف المنظر التأثير الذى يجعل جسمًا قريبًا يبدو كما لو كان يتحرك أمام خلفية أكثر بعدًا عندما تنظر إليه فى البداية بعين واحدة ثم تنظر إليه بالأخرى. بالمثل يرصد علماء الفلك نجمًا قريبًا من أحد جانبى مدار الأرض أولًا ثم يرصدونه بعد ذلك من الجانب الآخر. ثم يقومون بقياس المسافة التى يبدو أن النجم يتحرك بها أمام خلفية من النجوم الأكثر بعدًا. ومن خلال هذه الانزياحات الناتجة عن اختلاف المنظر يمكن حساب المسافة التى يبعدها النجم.

انزياح النجم «ب» الأقرب (نتيجة اختلاف المنظر) أكبر من انزياح النجم «أ» الأبعد

نجوم بعيدة

انزياح اختلاف المنظر مقارنة بنجوم الخلفية البعيدة

خط رؤية النجم «ب»

خط رؤية النجم «أ»

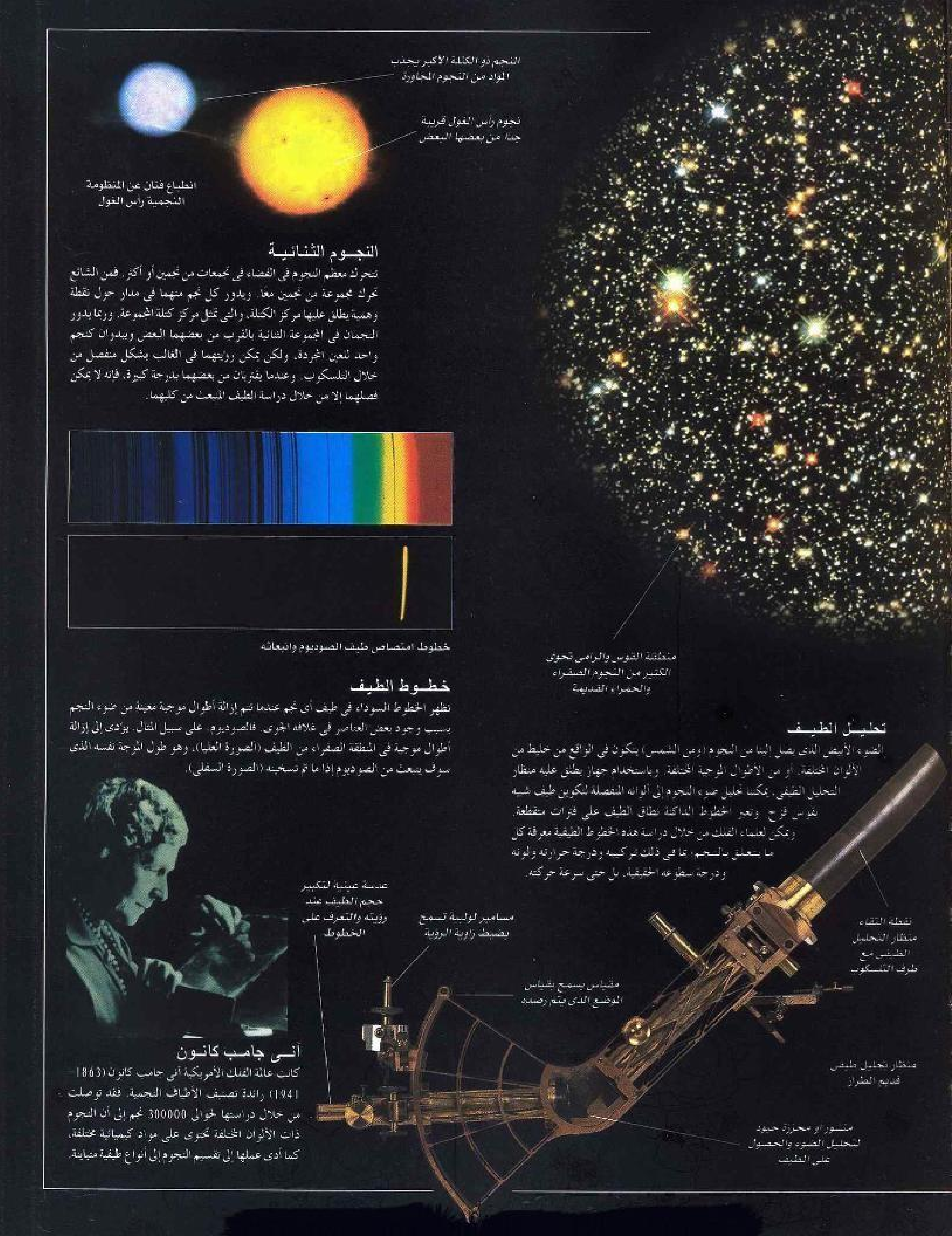
موضع الأرض فى يوليو

موضع الأرض فى يناير

الشمس

ضيـاء النجـوم

تختلف نجوم الكوكبات بشكل كبير جدًا من حيث شدة الضياء، كما يتضح هنا فى كوكبة الجوزاء (الجبار). وتقاس شدة الضياء على مقياس أقدار النجوم الذى ابتكره عالم الفلك الإغريقى هيباركوس قبل ما يزيد عن 2000 سنة مضت. فقد وضع تدرجًا لضياء النجوم، بحيث تأتى أكثر النجوم التى نراها ضياء فى القدر الأول، بينما تحتل أقلها ضياء أو أكثرها خفوتًا القدر السادس. أما اليوم، فقد اتسع المقياس ليشمل الأقدار السالبة للنجوم شديدة السطوع، وإلى ما بعد القدر السادس للنجوم بالغة الخفوت بحيث لا يمكن للعين رصدها.



النجـوم الثنائيـة

تتحرك معظم النجوم في الفضاء في تجمعات من نجمين أو أكثر. فمن الشائع تحرك مجموعة من نجمين معاً. ويدور كل نجم منهما في مدار حول نقطة وهمية يطلق عليها مركز الكتلة، والتي تمثل مركز كتلة المجموعة. وربما يدور النجمان في المجموعة الثنائية بالقرب من بعضهما البعض ويبدوان كنجم واحد للعين المجردة، ولكن تمكن رؤيتهما في الغالب بشكل منفصل من خلال التلسكوب. وعندما يقتربان من بعضهما بدرجة كبيرة، فإنه لا يمكن فصلهما إلا من خلال دراسة الطيف المنبعث من كليهما.

خطوط امتصاص طيف الصوديوم وانبعاثه

خطـوط الطيف

تظهر الخطوط السوداء في طيف أي نجم عندما تتم إزالة أطوال موجية معينة من ضوء النجم بسبب وجود بعض العناصر في غلافه الجوي. فالصوديوم، على سبيل المثال، يؤدي إلى إزالة أطوال موجية في المنطقة الصفراء من الطيف (الصورة العليا)، وهو طول الموجة نفسه الذي سوف ينبعث من الصوديوم إذا ما تم تسخينه (الصورة السفلى).

منطقة القوس والرامي تحوي الكثير من النجوم الصفراء والحمراء القديمة

تحليـل الطيـف

الضوء الأبيض الذي يصل إلينا من النجوم (ومن الشمس) يتكون في الواقع من خليط من الألوان المختلفة، أو من الأطوال الموجية المختلفة. وباستخدام جهاز يطلق عليه منظار التحليل الطيفي، يمكننا تحليل ضوء النجوم إلى ألوانه المنفصلة لتكوين طيف شبه قوس قزح. وتعبر الخطوط الداكنة نطاق الطيف على فترات متقطعة، ويمكن لعلماء الفلك من خلال دراسة هذه الخطوط الطيفية معرفة كل ما يتعلق بالنجم، بما في ذلك تركيبه ودرجة حرارته ولونه ودرجة سطوعه الحقيقية، بل حتى سرعة حركته.

آنـي جامب كانـون

كانت عالمة الفلك الأمريكية آني جامب كانون (1863-1941) رائدة تصنيف الأطياف النجمية. فقد توصلت من خلال دراستها لحوالي 300000 نجم إلى أن النجوم ذات الألوان المختلفة تحتوي على مواد كيميائية مختلفة، كما أدى عملها إلى تقسيم النجوم إلى أنواع طيفية متباينة.

أنواع مختلفة من النجوم

النجوم فوق العملاقة
هى أكبر النجوم حجمًا على الإطلاق، حيث يبلغ طول قطرها مئات الملايين من الكيلومترات، وتكون درجة حرارتها منخفضة نسبيًا لكنها مضيئة بشكل مذهل.

توضح دراسة أطياف النجوم كل ما يتعلق بهذه الأجرام من تراكيبها وألوانها ودرجات حرارتها وسرعات حركتها وأحجامها، كما تسمح الأساليب الأخرى لعلماء الفلك بقياس مقدار بعد النجوم وكتلتها. وقد اتضح أن هناك اختلافات شاسعة بين النجوم، فهناك النجوم القزمية التى لا يتعدى قطرها واحدًا على مائة من قطر الشمس، وهناك النجوم فوق العملاقة التى يصل حجمها إلى مئات أضعاف حجم الشمس. وتقترب كتلة أخف النجوم من عشر كتلة الشمس، بينما تصل كتلة أثقلها إلى حوالى 50 مرة قدر كتلة الشمس. كذلك، فإن أقل النجوم من حيث شدة الإضاءة أكثر خفوتًا من الشمس بمليون مرة، كما أن أكثرها لمعانًا تزيد إضاءته عن الشمس مليون مرة، لكن يبدو أن هناك بعض القواعد التى تحكم المسألة ـ فالنجوم الحمراء إما أن تكون خافتة جدًا وإما لامعة جدًا، فى حين أن معظم النجوم الأخرى تميل إلى اللمعان بدرجة أكبر إذا كانت أكثر زرقة.

النجوم الكبيرة والصغيرة
تعرض هذه الصفحة نطاقًا من النجوم النموذجية، بحيث تظهر النجوم الأكثر إضاءة بأعلى والنجوم الأشد حرارة إلى اليمين والأقل حرارة إلى اليسار. وتعد الاختلافات الفعلية فى الأحجام أكبر بكثير من تلك الموضحة هنا، لكن بعض أنماط الاختلاف لا تخطئها العين ـ فهناك تناسب طردى بين الحجم وشدة الإضاءة، وأكثر النجوم إضاءة إما أن يكون أزرق ساطعًا أو أحمر برتقاليًا. ويتحدد لون النجم بناءً على درجة حرارة سطحه ـ أى مقدار الطاقة المنبعث من كل متر مربع من السطح. يعنى ذلك أنه إذا كان هناك نجمان لهما نفس شدة الإضاءة، ولكن أحدهما أحمر وأقل فى درجة الحرارة فى حين أن الآخر أزرق وأشد حرارة، فلابد أن النجم الأحمر أكبر فى الحجم بكثير من النجم الأزرق.

النجوم الزرقاء
أكبر حجمًا من الشمس عشرات المرات وأشد إضاءة عشرات الآلاف من المرات، حيث تصل درجة حرارة سطحها إلى 50000 درجة مئوية (90000 درجة فهرنهايت).



خط التتابع الرئيسى

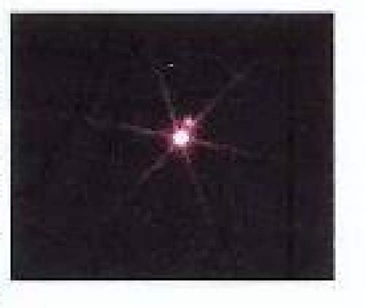
النجوم القزمية البيضاء
هى نجوم صغيرة الحجم مرتفعة الحرارة، فى حجم الأرض تقريبًا.



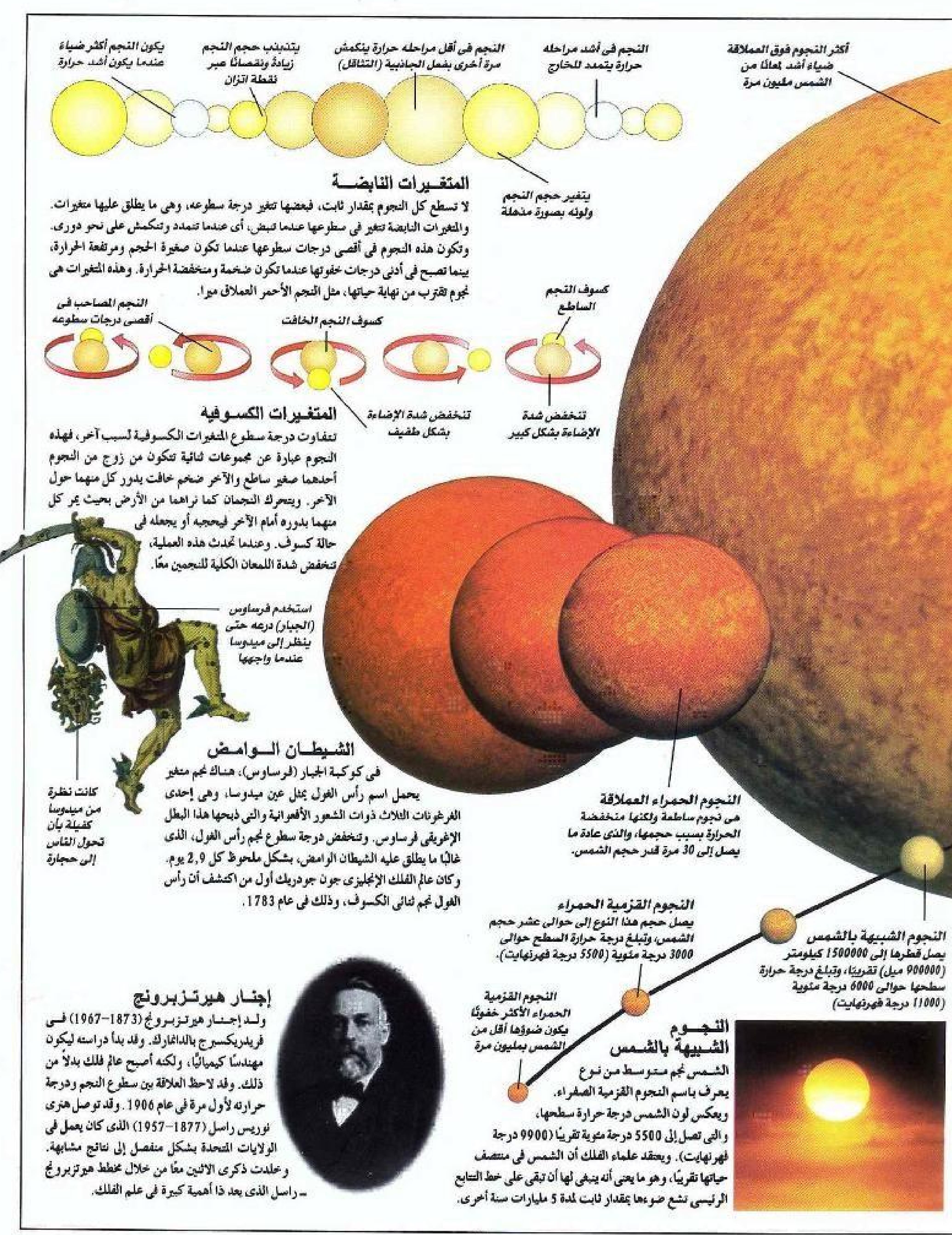
مخطط هيرتزبرونج ـ راسل وتطور النجوم

يمثل مخطط هيرتزبرونج ـ راسل طريقة للتعرف على العلاقة بين شدة الإضاءة الفعلية (السطوع) للنجوم وألوانها ودرجات حرارتها. تجدر الإشارة إلى أن غالبية النجوم تقع على شريط مائل يتدرج من الأحمر الخافت إلى الأزرق اللامع يطلق عليه التتابع الرئيسى ـ ولا بد أن معظم النجوم تقضى الجزء الأكبر من دورة حياتها فى هذا النسق المتتابع. وتقضى النجوم معظم حياتها بالقرب من إحدى نقاط التتابع الرئيسى، ولا تتحرك بعيدًا عنها إلا مع اقتراب نهاية حياتها، وذلك حين تزداد حجمًا ولمعانًا.

أول نجم قزمى



تنهى النجوم الشبيهة بالشمس حياتها كنجوم قزمية بيضاء تخبو تدريجيًا. وقد كان النجم الخافت المرافق لنجم الشعرى اليمانية، والذى يطلق عليه الشعرى اليمانية (ب) (الصورة إلى اليمين)، أول نجم قزمى يتم اكتشافه عن طريق عالم الفلك الأمريكى ألفان كلارك فى عام 1862. وقد ثبت أنه مرتفع الحرارة بشكل استثنائى وشديد الكثافة.



المتغـيرات النابضـة

لا تسطع كل النجوم بمقدار ثابت، فبعضها تتغير درجة سطوعه، وهى ما يطلق عليها متغيرات. والمتغيرات النابضة تتغير فى سطوعها عندما تنبض، أى عندما تتمدد وتنكمش على نحو دورى. وتكون هذه النجوم فى أقصى درجات سطوعها عندما تكون صغيرة الحجم ومرتفعة الحرارة، بينما تصبح فى أدنى درجات خفوتها عندما تكون ضخمة ومنخفضة الحرارة. وهذه المتغيرات هى نجوم تقترب من نهاية حياتها، مثل النجم الأحمر العملاق ميرا.

المتغيرات الكسوفيه

تتفاوت درجة سطوع المتغيرات الكسوفية لسبب آخر، فهذه النجوم عبارة عن مجموعات ثنائية تتكون من زوج من النجوم أحدهما صغير ساطع والآخر ضخم خافت يدور كل منهما حول الآخر. ويتحرك النجمان كما نراهما من الأرض بحيث يمر كل منهما بدوره أمام الآخر فيحجبه أو يجعله فى حالة كسوف. وعندما تحدث هذه العملية، تنخفض شدة اللمعان الكلية للنجمين معًا.

الشيطـان الـوامـض

فى كوكبة الجبار (فرساوس)، هناك نجم متغير يحمل اسم رأس الغول يمثل عين ميدوسا، وهى إحدى الغرغونات الثلاث ذوات الشعور الأفعوانية والتى ذبحها هذا البطل الإغريقى فرساوس. وتنخفض درجة سطوع نجم رأس الغول، الذى غالبًا ما يطلق عليه الشيطان الوامض، بشكل ملحوظ كل 2,9 يوم. وكان عالم الفلك الإنجليزى جون جودريك أول من اكتشف أن رأس الغول نجم ثنائى الكسوف، وذلك فى عام 1783.

إجنار هيرتزبرونج

ولد إجنار هيرتزبرونج (1873–1967) فى فريدريكسبرج بالدانمارك. وقد بدأ دراسته ليكون مهندسًا كيميائيًا، ولكنه أصبح عالم فلك بدلًا من ذلك. وقد لاحظ العلاقة بين سطوع النجم ودرجة حرارته لأول مرة فى عام 1906. وقد توصل هنرى نوريس راسل (1877–1957) الذى كان يعمل فى الولايات المتحدة بشكل منفصل إلى نتائج مشابهة. وخلدت ذكرى الاثنين معًا من خلال مخطط هيرتزبرونج ـ راسل الذى يعد ذا أهمية كبيرة فى علم الفلك.

النجـوم الشبيهة بالشمس

الشمس نجم متوسط من نوع يعرف باسم النجوم القزمية الصفراء. ويعكس لون الشمس درجة حرارة سطحها، والتى تصل إلى 5500 درجة مئوية تقريبًا (9900 درجة فهرنهايت). ويعتقد علماء الفلك أن الشمس فى منتصف حياتها تقريبًا، وهو ما يعنى أنه ينبغى لها أن تبقى على خط التتابع الرئيسى تشع ضوءها بمقدار ثابت لمدة 5 مليارات سنة أخرى.

الحشود النجمية والسدم

فى أنحاء كثيرة من السماء توجد بقع مزغبة تبدو كما لو كانت مذنبات. ومن خلال التلسكوب، يتضح أن بعضًا منها عبارة عن تجمعات متقاربة من النجوم، تعرف بالحشود النجمية ـ وبصفة عامة، تولد النجوم فى مجموعات لا فرادى. وتكون الحشود النجمية المفتوحة عبارة عن مجموعات متباعدة نسبيًا من بضع مئات من النجوم، أما الحشود الكروية فهى تجمعات كثيفة من عدة آلاف من النجوم. كذلك، هناك بقع مزغبة أخرى اتضح أنها مناطق من الغاز المتوهج شبيهة بالسحب. ويطلق على هذه المناطق اسم السَّدُم، وهى الجزء المرئى من الوسط بين النجمى، فهى المادة التى تشغل الفضاء بين النجوم. وتولد النجوم فى الأجزاء الأكثر عتمة وكثافة من السدم.

ألسيون (عقد الثريا)

الحشود المفتوحة

من أشهر الحشود النجمية المفتوحة على الإطلاق مجموعة نجوم الثريا الموجودة فى كوكبة الثور. ويطلق على هذا الحشد النجمى أيضًا اسم «الأخوات السبع» لأن الأشخاص أصحاب البصر الحاد يمكنهم رؤية النجوم السبعة الأكثر سطوعًا فى هذا الحشد بأعينهم المجردة. ويزيد إجمالى عدد نجوم الثريا على 100 نجم، كلها نجوم مرتفعة الحرارة، وزرقاء، وحديثة ـ حيث يقل عمرها جميعًا على الأرجح عن 80 مليون سنة. وتشتمل معظم الحشود النجمية المفتوحة على أنواع متشابهة من النجوم.

أطلس

بليون

الحشد النجمى الكروى
المدهش أوميجا سنتورى

كرات من النجوم

تتكون الحشود الكروية من مئات الآلاف من النجوم التى تتجمع مع بعضها البعض فى شكل كرة. وتضم هذه الحشود فى الغالب نجومًا قديمة، حيث يصل عمرها إلى حوالى 10 مليارات سنة. وفى حين أن الحشود النجمية المفتوحة توجد بين النجوم فى قرص مجرتنا، فإن الحشود الكروية توجد فى المركز وفى هالة دائرية فوق وتحت القرص. وتدور نجوم الحشود الكروية فى مدارات حول الانتفاخ المركزى للمجرة.

ميروب

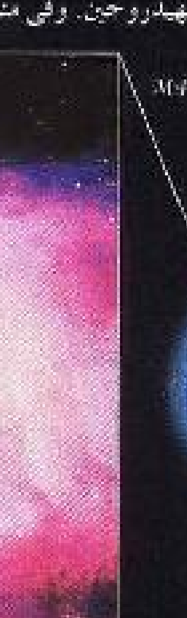
بين النجوم

يتكون الوسط بين النجمي بصفة أساسية من غاز الهيدروجين وذرات من الغبار. كما يحتوى أيضا على آثار للكثير من المركبات الأخرى التي منها الماء والكحول وكبريتيد الهيدروجين والأمونيا. وبصفة إجمالية، يمثل الوسط بين النجمي عشر كتلة مجرتنا. ومن الممكن أن يصبح هذا الوسط مرئيًا في صورة سدم مظلمة وأخرى مضيئة.

السدم المظلمة

تكون بعض سحب الغاز والغبار مضيئة، في حين يظل البعض الآخر مظلما. ونحن لا نرى السدم المظلمة إلا عندما تحجب الضوء المنبعث من النجوم أو الغاز المتوهج في الخلفية. وسديم رأس الحصان ذو الاسم المعبر (الصورة أعلاه) هو أحد السدم المظلمة المعروفة في كوكبة الجوزاء. وهناك سديم آخر من هذا النوع في أقصى جنوب السماء، هو سديم كيس الفحم في كوكبة نعيم (الصليب الجنوبي). وبصفة عامة، تتسم السدم المظلمة بانخفاض الحرارة - حوالي 260 درجة مئوية تحت الصفر (435 درجة فهرنهايت تحت الصفر) - وتتكون بصفة أساسية من جزيئات الهيدروجين. وفي مثل هذه السحب الجزيئية تولد النجوم.

سديم الجوزاء، M42





السدم المضيئة

يضاء الكثير من سحب الغاز بين النجمي بواسطة ضوء النجوم، وهو ما ينتج عنه واحد من أجمل المناظر في السماء. في بعض الأحيان، تعكس السحب الضوء المنبعث من النجوم القريبة فحسب، وعندئذ نراها كسدم انعكاس. وفي أحيان أخرى يعطى الإشعاع المنبعث من النجوم الموجودة في داخل السحب المزيد من الطاقة لجزيئات الغاز، فينبعث منها إشعاع. عندئذ، نرى السحب كسدم انبعاث. جدير بالذكر أن سديم الجوزاء الشهير (الصورة أعلاه) هو سديم انبعاث بالدرجة الأولى.

موضع السديم M42 في كوكبة الجوزاء





سديم انعكاس يحيط بنجوم حديثة

بقايا النجوم

تولد النجوم من السدم، كما تتحول إلى سدم عند انتهاء حياتها. والنجوم الشبيهة بالشمس يزيد حجمها أولا لتصبح نجوما حمراء عملاقة ثم تنكمش لتصبح نجوما قزمية بيضاء. وفي أثناء ذلك، ينبعث من هذه النجوم طبقات من الغاز، والتي تتحول إلى سدم كوكبية. بعض هذه السدم يكون دائريا ويبدو مثل أقراص الكواكب إلى حد ما، في حين أن بعضها الآخر - مثل سديم النملة - يتكون من تدفقات غازية مضيئة.

كتالوج مسييه

لقب عالم الفلك الفرنسي تشارلز مسييه (1730-1817) «صائد المذنبات» بفضل مهارته في البحث عن المذنبات الجديدة. وقد اكتشف هذا العالم 15 مذنبا، كما وضع (كتالوج) أورد فيه 104 من الحشود النجمية والسدم التي ربما يظنها البعض خطأ من المذنبات. وما تزال العناصر الموجودة في الكتالوج تعرف في الغالب بالأرقام التي وضعها مسييه، والتي تلي الحرف الأول من اسمه (مثل M42).



مولد النجوم

تولد النجوم فى الكتل الضخمة المظلمة من الغاز والغبار التى تشغل الفضاء فيما بين النجوم. يطلق على هذه الكتل السحب الجزيئية العملاقة، وهى شديدة البرودة (تبلغ درجة حرارتها حوالى 260 درجة مئوية تحت الصفر /440 درجة فهرنهايت تحت الصفر) وتتكون بصفة رئيسية من غاز الهيدروجين. وفى بعض الأجزاء من هذه السحب تعمل الجاذبية على جذب جزيئات الغاز معًا لتتحول إلى كتل أكثر كثافة. وفى داخل هذه الكتل توجد مناطق أكثر كثافة يطلق على كل منها اللب، ومن باطن اللب تولد النجوم المفردة. وتحت تأثير الجاذبية ينكمش اللب على نفسه، وهو ما يؤدى إلى ضغط المادة الموجودة فى المركز بشدة. وعندما يزيد الانكماش، تنضغط المنطقة المركزية أكثر وأكثر وتزداد حرارتها أكثر وأكثر. وفى هذه المرحلة يتكون ما يسمى النجم الابتدائى ويأخذ فى التوهج. وعندما تصل درجة حرارته إلى 10 ملايين درجة مئوية (18 مليون درجة فهرنهايت)، يشتعل الفرن النووى بداخله ثم يبدأ فى السطوع واللمعان كنجم جديد.

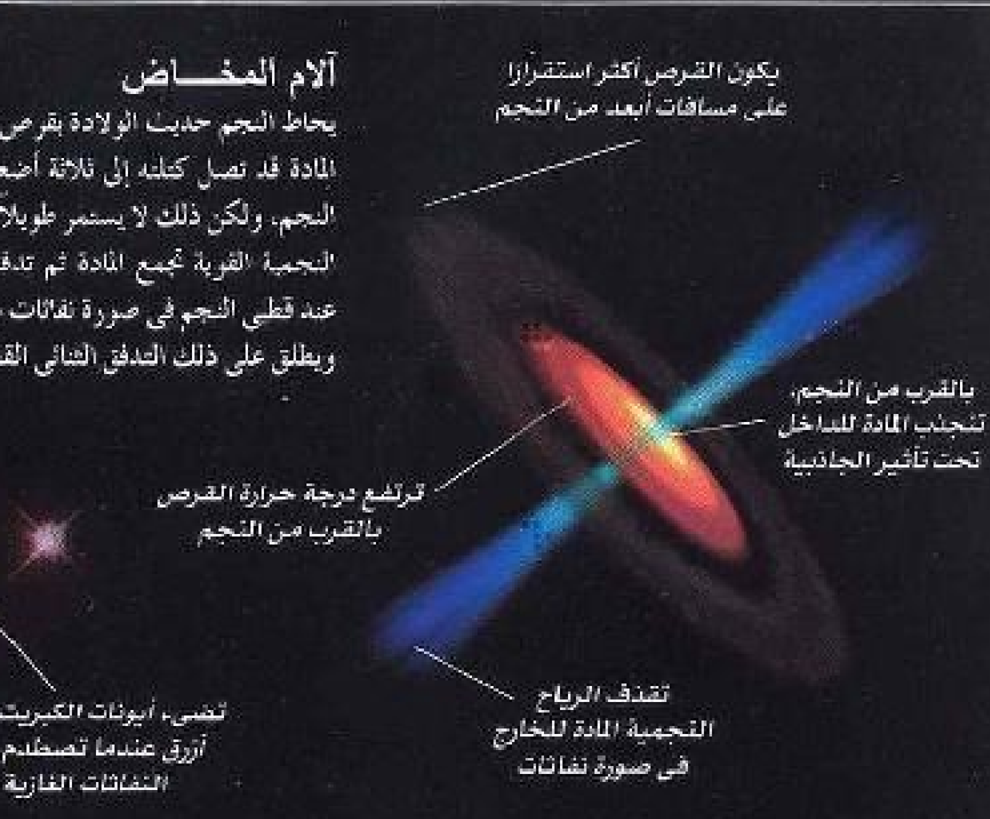


الدوران فى دوامة

تتحرك السحب الجزيئية التى تولد منها النجوم ببطء فى الفضاء. وعندما ينكمش لب المادة فى أثناء عملية تكون النجم، تبدأ هذه السحب فى الدوران ـ وكلما أصبحت أقل فى الحجم، زادت سرعة دورانها. ومن ثم تتحول المادة المنكمشة، التى يوجد بداخلها النجم الابتدائى المتوهج، إلى قرص كنتيجة للدوران.

الحضانات النجمية

تولد النجوم بأعداد كبيرة فى السحب الجزيئية الضخمة المنتشرة فى كل مكان من السماء. ويعد السديم M16، سديم النسر فى كوكبة الثعبان، إحدى هذه الحضانات النجمية. وقد التقط التلسكوب الفضائى هابل صورًا مذهلة لأعمدة مظلمة أطلق عليها اسم «أعمدة الخلق» حيث تحدث عملية تكون النجوم. وتوضح هذه الصورة لقمة أحد هذه الأعمدة تدفقات من الغاز شبيهة بالأصابع يطلق عليها كريات الغاز المتصاعد (Evaporating gaseour globules).



آلام المخاض

يحاط النجم حديث الولادة بقرص دوار من المادة قد تصل كتلته إلى ثلاثة أضعاف كتلة النجم، ولكن ذلك لا يستمر طويلاً. فالرياح النجمية القوية تجمع المادة ثم تدفعها بعيدًا عند قطبي النجم في صورة نفاثات مزدوجة، ويطلق على ذلك التدفق الثنائي القطب.

تأثيرات النفاثات

تنطلق النفاثات المنبعثة من قطبى النجم الوليد بسرعة شديدة - حيث تسير فى الفضاء بسرعات تصل إلى مئات الكيلومترات فى الثانية. وبينما تسلك طريقها خلال الغاز الموجود بين النجوم، فإنها تؤدى إلى توهجه؛ مما ينتج عنه ما يعرف بأجرام هربيج هارو. وتوضح الصورة أحد هذه الأجرام بالقرب من النجم الحديث جاما كاسيوبيا.

غاز قريب يعكس ضوء النجم

تضىء أيونات الكبريت بلون أزرق عندما تصطدم بها النفاثات الغازية

تضىء ذرات الهيدروجين بلون أخضر عندما تصطدم بها النفاثات الغازية

نجم مركزى

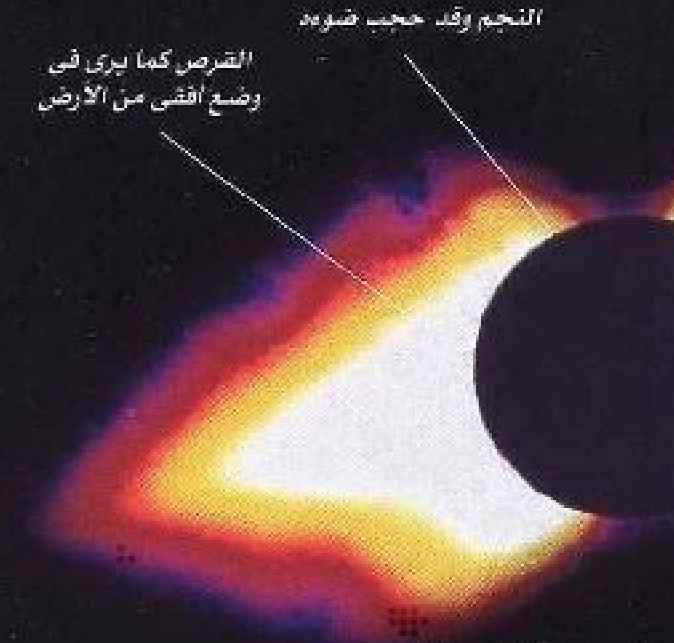
اكتشاف كواكب أخرى

تقذف النجوم حديثة التكون بمعظم المادة المحيطة بها إلى الفضاء، لكن عادة ما يظل هناك قرص من المادة. ومن مثل هذه الأقراص تتكون المجموعات الكوكبية. وقد بدأ العلماء فى اكتشاف وجود الكواكب حول النجوم العادية لأول مرة فى عام 1995. أما اليوم فنحن نعرف بوجود أكثر من 100 من هذه الكواكب التى تعرف بالكواكب خارج المجموعة الشمسية.



الملايين الخفية

يعتبر سديم الجوزاء من أقرب مناطق تكون النجوم. في الضوء المرئي (الصورة اليمنى بأعلى)، يخفي الغاز المتوهج داخل السديم معظم النجوم الحديثة. أما عند استخدام الأشعة تحت الحمراء (الصورة اليسرى بأعلى)، فيظهر عدد ضخم من النجوم التي يكون كثير منها نجومًا قزمية بنية وحمراء. والنجوم القزمية الحمراء هي نجوم صغيرة الحجم منخفضة الحرارة. أما النجوم القزمية البنية فهي نجوم لم تتكون؛ حيث إن كتلتها صغيرة للغاية ولم تصل إلى درجة الحرارة المرتفعة التي تكفي لبدء تفاعلات الاندماج النووي.





الكواكب العملاقة مثل المشترى

اكتشف علماء الفلك أول الكواكب خارج المجموعة الشمسية في عام 1991، وهي تدور حول أحد النجوم الميتة التي يطلق عليها النجوم النابضة. بعد ذلك بأربع سنوات تم اكتشاف كوكب سيار حول النجم الشبيه بالشمس 51 بيجاسى (51 Pegasi). وقد كانت كتلة هذا الكوكب تعادل نصف كتلة كوكب المشترى، ويبعد مداره حوالى 10 ملايين كيلومتر (6 ملايين ميل) فقط عن النجم الذى يدور حوله. جدير بالذكر أن معظم الكواكب التى اكتشفت خارج المجموعة الشمسية حتى الآن هى أثقل من المشترى وتدور فى مدارات قريبة من نجومها.

تكون الكواكب

بدأت المسابر الفضائية مثل إيراس (وكلمة «إيراس» تتكون في الإنجليزية من الحروف الأولى من الكلمات «قمر صناعى فلكي يعمل بالأشعة تحت الحمراء») ترصد أقراص المادة الموجودة حول النجوم الأخرى في الثمانينيات من القرن العشرين. من هذه الأقراص بيتا بيكتوريس الذى يظهر فى الصورة أعلاه. وهناك قرص آخر حول النجم المضىء فيجا فى كوكبة القيثارة. ويمكن للكواكب أن تتكون فى هذه المجموعات خلال بضعة ملايين من السنين.

البحث عن الكواكب

إن الكواكب الموجودة حول النجوم الأخرى خافتة جدًا لدرجة تتعذر معها رؤيتها بشكل مباشر. هكذا، يتعين على علماء الفلك أن يعثروا عليها بشكل غير مباشر، وذلك عن طريق رصد تأثير هذه الكواكب على النجم الذى تدور حوله. فالنجم والكوكب كلاهما يدور في مدار حول مركز تثاقل مشترك، أو ما يعرف بمركز الكتلة، وعادة ما يكون فى أعماق النجم ولكن ليس فى المركز تمامًا. وفى أثناء حركته المدارية، يبدو النجم من الأرض وهو يتحرك باتجاهنا ثم بعيدًا عنا على نحو متكرر. ويمكننا رصد هذه الحركة عن طريق دراسة الانزياح الحادث فى خطوط طيف النجم (انظر صفحة 42).

يتحرك النجم باتجاهنا

مركز الكتلة

النجم

الكوكب

يتحرك النجم بعيدًا

موت النجوم

يخرج النجم إلى حيز الوجود عندما تبدأ ذرات الهيدروجين فى الاندماج متحولة إلى الهيليوم من خلال التفاعلات النووية التى تحدث فى لب النجم. وتقضى النجوم معظم حياتها فى حالة سطوع مستمر إلى أن ينفد وقودها من الهيدروجين ـ وعندها يدخل النجم فى مرحلة الموت. يمر النجم أولاً بمرحلة يزداد فيها لمعانه وينتضخم حجمه بشكل كبير، كما هو الحال مع النجوم الحمراء العملاقة وفوق العملاقة. وتعتمد كيفية موت النجم فى النهاية على كتلته. فالنجوم ذات الكتلة الصغيرة تلفظ طبقاتها الخارجية ثم تبدأ فى الخفوت. أما النجوم ذات الكتلة الكبيرة فتموت من خلال انفجار مذهل يطلق عليه انفجار النجم المستعر الأعظم (سوبرنوفا).

مصائر النجوم

تطرأ على النجم الذى يحرق الهيدروجين داخل لبه تغيرات طفيفة فى لونه وشدة سطوعه. ويعتمد طول الفترة التى يستغرقها النجم حتى ينفد الهيدروجين على كتلته. فالنجوم مثل الشمس تحرق وقودها من الهيدروجين ببطء، وبالتالى يمكنها أن تظل مضيئة مشرقة بشكل ثابت لفترة قد تصل إلى 10 مليارات من السنين.

سرعة الحياة وقرب الموت

لنجوم الأكبر كتلة من الشمس ألباب أشد حرارة وأكثر كثافة. ويسمح ذلك لهذه النجوم بحرق وقودها من الهيدروجين بطريقة أكثر فعالية، ولكنه يتسبب أيضًا فى قصر فترة حياتها بشكل كبير ـ فأثقل النجوم يظل مستقرًا فقط لبضعة ملايين من السنين.

النجوم العملاقة الحمراء

عندما يستنفد النجم الهيدروجين الموجود فى لبه، تتجه تفاعلات الاندماج للخارج إلى طبقة رقيقة حول المركز. ويؤدى ذلك إلى توليد كمية هائلة من الحرارة تجعل الغلاف الجوى للنجم ينتفخ ويتمدد. وبينما يزداد حجم النجم، تنخفض درجة حرارة سطحه ويتحول ضوءه إلى اللون الأحمر ـ وبذلك يصبح عملاقًا أحمر. فى الوقت نفسه، ينكمش اللب الداخلى من الهيليوم إلى أن ترتفع درجة حرارته وكثافته بدرجة كافية لبدء تفاعلات نووية جديدة. تؤدى هذه التفاعلات إلى تحويل الهيليوم إلى عناصر أثقل، وتعطى النجم فترة أخرى من الحياة ـ تمتد لحوالى مليارى سنة.

النجوم فوق العملاقة

فى النجوم التى تزيد كتلتها عن ثمانية أضعاف كتلة الشمس، ترتفع درجة حرارة اللب إلى الحد الذى يجعل الكربون والأكسجين، الناتجين عن تفاعلات اندماج الهيليوم يندمجان ليتحولا إلى عناصر أثقل. ثم يتضخم النجم ليصبح نجمًا فوق العملاق، أكبر بكثير من العملاق الأحمر العادى.

السديم الكوكبى

عندما ينفد كل الهيليوم الموجود فى لب نجم عملاق أحمر فى كتلة الشمس، فإن اللب ينكمش مرة أخرى مولدًا طاقة تؤدى إلى دفع الطبقات الخارجية من النجم إلى الفضاء. ويؤدى الإشعاع المنبعث من اللب الساخن إلى إضاءة الغاز المدفوع ليكون سديمًا كوكبيًا شبيهًا بالحلقة.

النجوم القزمية البيضاء

فى داخل السديم الكوكبى، يستمر لب النجم فى الانكماش إلى أن تخرج الإلكترونات الموجودة فى ذراته عن مداراتها لتتراكب مع الأنوية المركزية لهذه الذرات. عندئذ، يصل حجم النجم إلى مثل حجم الأرض تقريبا، ويساوى وزن مقدار حجم علبة الكبريت من مادته مع وزن الفيل. يطلق على هذا النجم شديد الكثافة وفائق الحرارة نجم قزمى أبيض. ومن الصعب جدًا رؤية مثل هذا النجم بسبب صغر حجمه.

يجذب القزم الأبيض المادة من النجم المرافق

يتضخم النجم المرافق ليصبح عملاقًا أحمر

يتراكم الغاز على سطح القزم الأبيض

يشتعل الغاز ويحترق فى انفجار ينتج عن الاندماج النووى

يتناثر النجم المرافق بحدوث الانفجار

النجم المستعر (نوفا)

عندما يتكون نجم قزمى أبيض فى مجموعة نجمية متقاربة من نجمين، ربما يجذب إليه الغاز من النجم الآخر. وبمرور الوقت يتراكم الغاز على سطح النجم القزمى الأبيض حتى يصل إلى درجة الحرارة والكثافة الكافيتين لبدء تفاعلات الاندماج النووى. عندئذ، يحدث انفجار ضخم يجعل النجم يتوهج ويصبح نجمًا مستعرًا، أى نجمًا جديدًا من الناحية الظاهرية.



النجم المستعر الأعظم (سوبرنوفا)

يتزايد الحديد بسرعة فى لب النجم فوق العملاق، ذلك لأنه يتعذر حرقه عن طريق التفاعلات النووية كما يحدث مع العناصر الأخف وزنا. وعندما ينفد الوقود من العناصر الأخرى فى اللب، فإنه يعجز عن تحمل الوزن الضاغط فينكمش فجأة. عندها تنطلق كميات هائلة من الطاقة تجعل النجم ينفجر إلى أشلاء فيما يعرف بانفجار المستعر الأعظم الذى يخلف توهجًا يمكن أن يفوق تألق مجرة بأكملها لفترة وجيزة. ينتج عن هذا الانفجار تناثر عناصر ثقيلة فى الفضاء، وهو ما يوفر المادة لتكون أجيال قادمة من النجوم والكواكب.

نجم نيوترونى

ثقب أسود

تاريخ انفجارات النجوم المستعرة

شاهد تيكو براه انفجارًا لأحد النجوم المستعرة فى عام 1572 (موضح فى الرسم أعلاه)، وهو ما جعله يدرك أن السماء عالم متغير ليس بثابت. ولعل أكثر انفجارات النجوم المستعرة شهرة فى التاريخ هو الانفجار الذى رآه علماء الفلك الصينيون فى عام 1054، والذى تكون بقاياه اليوم سديم السرطان فى كوكبة الثور.

الحالة النهائية للنجم

ما يبقى من النجم بعد انفجار المستعر الأعظم يعتمد على كتلة اللب المنكمش. فإذا كانت كتلة اللب أقل من ثلاثة أضعاف كتلة الشمس، فسوف ينكمش اللب ليتكون نجم نيوترونى بالغ الكثافة. أما إذا كانت كتلة اللب أكبر من ذلك، فسوف ينتهى به الحال كثقب أسود ويختفى من الكون المرئى إلى الأبد (انظر صفحة 52).



انفجار المستعر الأعظم 1987 أ

فى يوم 23 فبراير من عام 1987، رصد علماء الفلك انفجارًا براقًا لنجم مستعر أعظم أضاء سحابة ماجلان الكبرى، وهى إحدى أقرب المجرات إلى مجرتنا. وقد ظل هذا الانفجار متوهجًا لفترة تزيد عن 85 يومًا ليصبح مرئيًا بسهولة للعين المجردة. وكان النجم الذى انفجر عملاقًا أزرق يحمل اسم «سندیولیك 202-69»، وتبلغ كتلته حوالى 20 مرة قدر كتلة الشمس.

النجوم النابضة والثقوب السوداء

عندما يموت نجم ضخم الكتلة فيما يعرف بانفجار المستعر الأعظم (انظر صفحة 50)، لا يبقى منه إلا اللب الذى ينكمش تحت تأثير جاذبيته الرهيبة. وتكون القوة الناتجة عن انكماش اللب هائلة جدًا لدرجة تؤدى إلى تفكك الذرات، فتندفع الإلكترونات ذات الشحنة السالبة من مداراتها صوب النواة المركزية لكل ذرة، حيث تتحد مع البروتونات ذات الشحنة الموجبة لتحول مادة اللب بالكامل إلى نيوترونات متعادلة الشحنة ومتراصة بإحكام، ثم يصبح اللب المنكمش نجمًا نيوترونيًا بحجم مدينة من المدن، حيث يدور حول محوره بقوة، بينما يطلق نبضات من الإشعاع. وعندما نرصد النبضات المنبعثة من النجم النيوترونى، نطلق عليه نجمًا نابضًا. أما اللب المنكمش الذى يزيد فى كتلته عن ثلاثة أضعاف كتلة الشمس فيلقى مصيرًا مختلفًا، فقوة الانكماش تكون كبيرة جدًا لدرجة أنها تسحق النيوترونات نفسها. وفى النهاية، يصبح اللب على درجة عالية جدًا من الكثافة لا تسمح حتى للضوء بالهروب من جاذبيته ـ لقد صار أكثر أجرام السماء غموضًا، إنه الثقب الأسود.



النجم النابض فى سديم السرطان

فى عام 1054، سجل علماء الفلك الصينيون مشاهدة نجم فى كوكبة الثور على درجة من السطوع تكفى لرؤيته فى ضوء النهار. نحن نعرف الآن أن هذا كان انفجار نجم مستعر أعظم، وهو الذى نتج عنه تكون سديم السرطان الشهير. وفى داخل هذا السديم يوجد اللب المنكمش، والذى نرصده على أنه نجم نابض.

داخل سديم السرطان

لقد تمت دراسة النجم النابض الموجود فى سديم السرطان عن كثب، فهو يدور حول محوره 30 مرة فى الثانية تقريبًا، وتنطلق منه الطاقة ليس فقط فى صورة موجات راديوية، ولكن أيضًا فى شكل أشعة سينية وضوء مرئى. وتجمع هذه الصورة بين واحدة التقطها مرصد الأشعة السينية «شاندرا» (باللون الأزرق) وأخرى للضوء المرئى.

النجوم النيوترونية

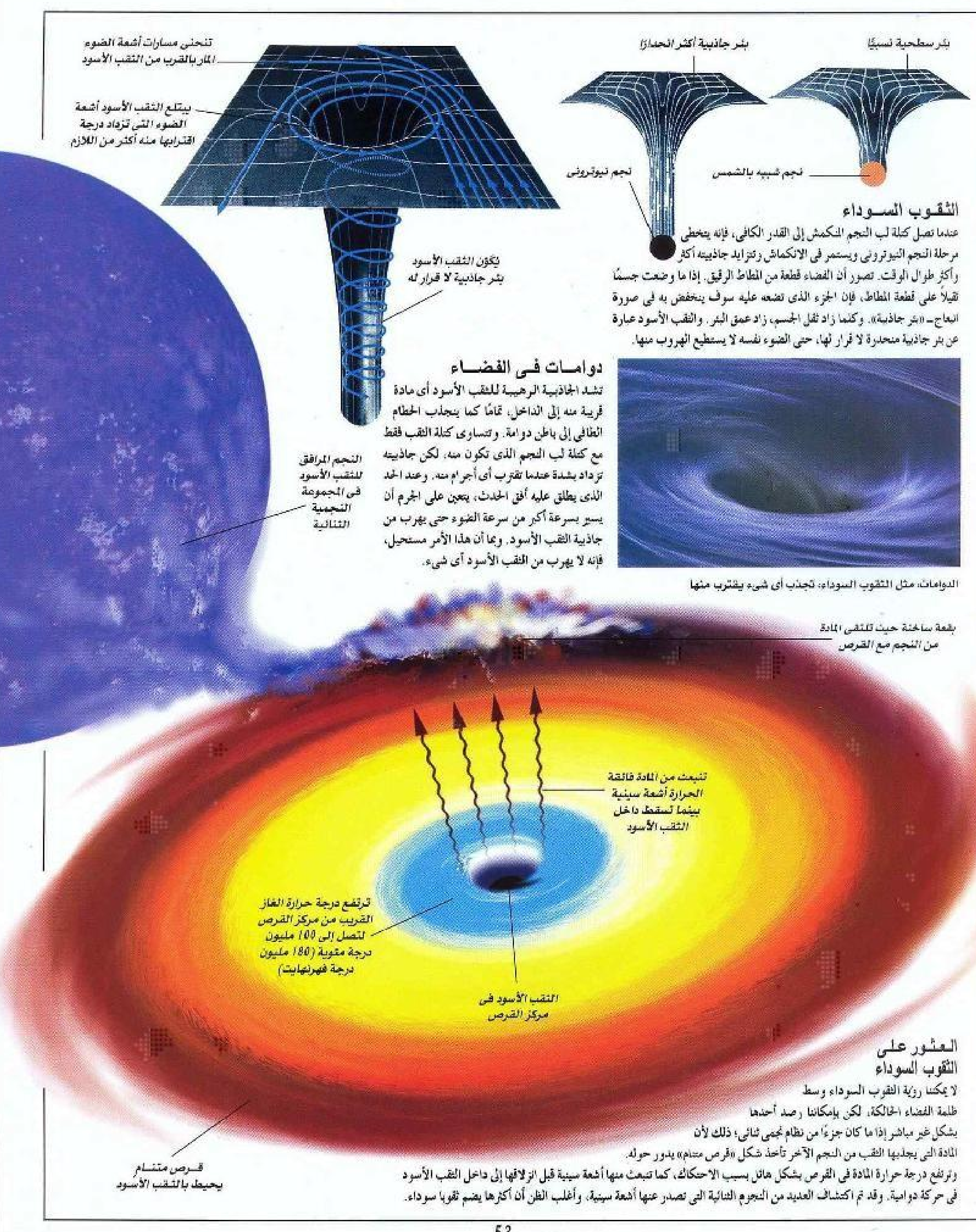
النجوم النيوترونية هى أجرام ضئيلة الحجم تدور حول محورها بسرعات هائلة. فأسرع نجم معروف من هذه النجوم يدور حول محوره 642 مرة فى الثانية. وتتسم بأنها على درجة عالية من المغناطيسية، وهكذا فإن مجالها المغناطيسى يدفع ما حوله بسرعة أيضًا. ينتج عن ذلك تولد موجات راديوية، تنبعث فى صورة حزم من القطبين المغناطيسيين. وعندما تمر هذه الموجات بالأرض، فإننا نرصدها فى صورة إشارات نابضة تشبه نوعًا ما ومضات ضوء الفنار.

اكتشاف نجم نابض

فى جامعة كمبريدج عام 1967، كانت طالبة أبحاث الفلك جوسلين بيل بيرنل (المولودة فى عام 1943) تختبر جهازًا جديدًا لدراسة مصادر الموجات الراديوية المذبذبة. وفى 6 أغسطس التقطت إشارات تنبض كل 1,337 ثانية. لقد كان ذلك أول نجم نابض يتم اكتشافه، والذى يعرف الآن باسم بى إس آر 1919+21 (PSR 1919+21).

مادة فائقة الكثافة

لا يزيد قطر النجم النيوترونى العادى عن 20 كيلومترًا (12 ميلًا). بيد أنه يحتوى على كتلة تصل إلى ثلاثة أمثال كتلة الشمس، وهو ما يجعله شديد الكثافة؛ فمقدار رأس دبوس فقط من مادة نجم نيوترونى قد يساوى فى الوزن ضعف وزن أثقل ناقلة بترول فى العالم. فهذه المادة تختلف تمامًا عن أى نوع من المادة موجود على كوكب الأرض.



الثقوب السوداء

عندما تصل كتلة لب النجم المنكمش إلى القدر الكافى، فإنه يتخطى مرحلة النجم النيوترونى ويستمر فى الانكماش وتتزايد جاذبيته أكثر وأكثر طوال الوقت. تصور أن الفضاء قطعة من المطاط الرقيق. إذا ما وضعت جسمًا ثقيلاً على قطعة المطاط، فإن الجزء الذى تضعه عليه سوف ينخفض به فى صورة انبعاج- «بئر جاذبية». وكلما زاد ثقل الجسم، زاد عمق البئر. والثقب الأسود عبارة عن بئر جاذبية منحدرة لا قرار لها، حتى الضوء نفسه لا يستطيع الهروب منها.

دوامات فى الفضاء

تشد الجاذبية الرهيبة للثقب الأسود أى مادة قريبة منه إلى الداخل، تمامًا كما ينجذب الحطام الطافى إلى باطن دوامة. وتتساوى كتلة الثقب فقط مع كتلة لب النجم الذى تكون منه، لكن جاذبيته تزداد بشدة عندما تقترب أى أجرام منه. وعند الحد الذى يطلق عليه أفق الحدث، يتعين على الجرم أن يسير بسرعة أكبر من سرعة الضوء حتى يهرب من جاذبية الثقب الأسود. وبما أن هذا الأمر مستحيل، فإنه لا يهرب من الثقب الأسود أى شيء.

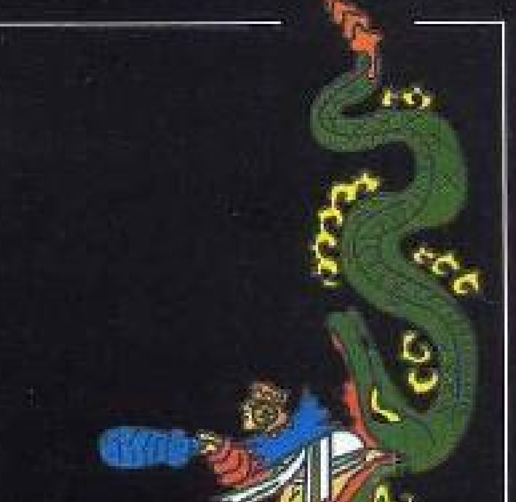
الدوامات، مثل الثقوب السوداء، تجذب أى شيء يقترب منها

العثور على الثقوب السوداء

لا يمكننا رؤية الثقوب السوداء وسط ظلمة الفضاء الحالكة، لكن بإمكاننا رصد أحدها بشكل غير مباشر إذا ما كان جزءًا من نظام نجمى ثنائى؛ ذلك لأن المادة التى يجذبها الثقب من النجم الآخر تأخذ شكل «قرص متنام» يدور حوله. وترتفع درجة حرارة المادة فى القرص بشكل هائل بسبب الاحتكاك، كما تنبعث منها أشعة سينية قبل انزلاقها إلى داخل الثقب الأسود فى حركة دوامية. وقد تم اكتشاف العديد من النجوم الثنائية التى تصدر عنها أشعة سينية، وأغلب الظن أن أكثرها يضم ثقوبا سوداء.

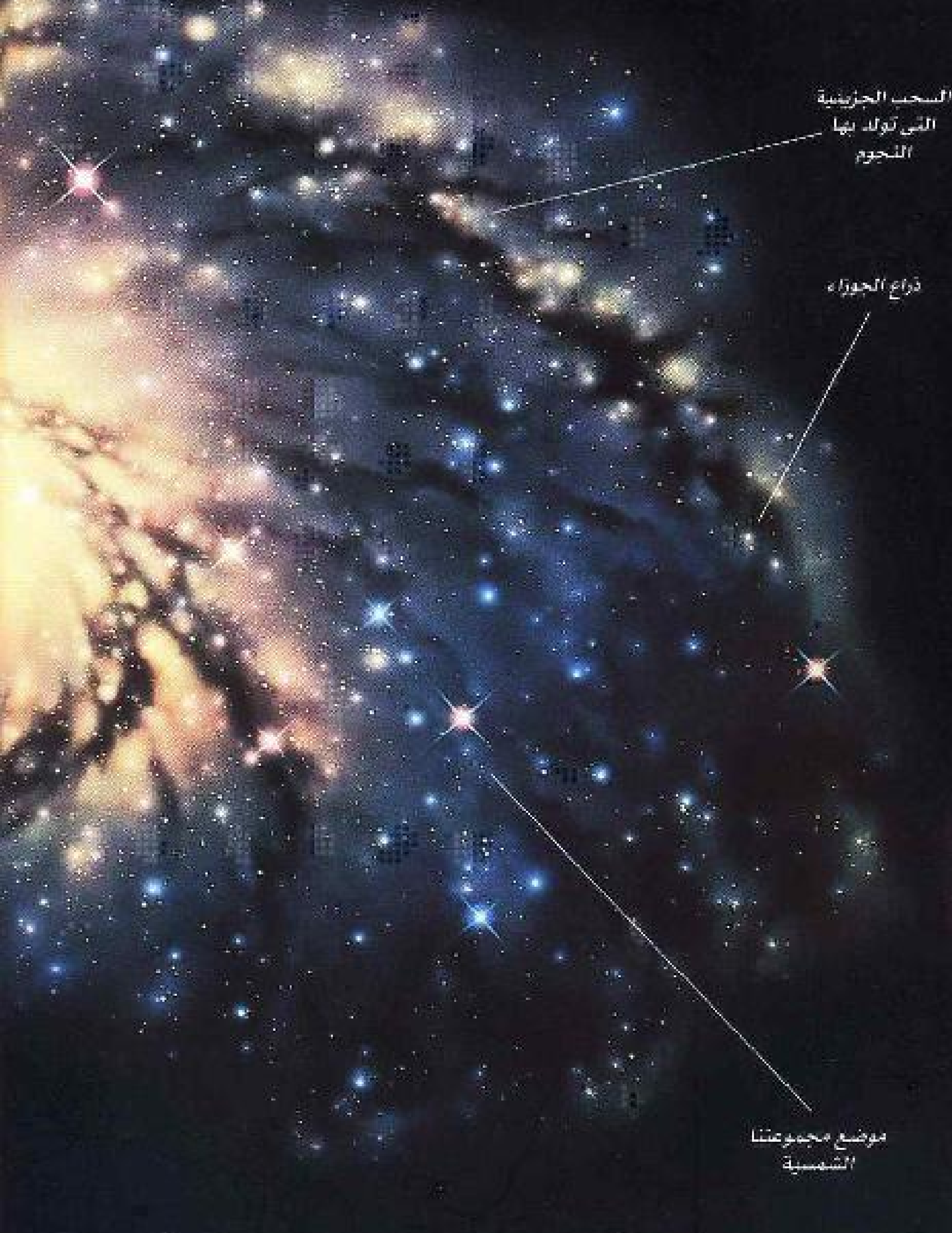
الطـريــق اللبـنــى

فى الليالى الظلماء صافية السماء، يظهر حزام ضبابى خافت من الضوء ممتدًا فى السماء مارًا خلال العديد من الكوكبات النجمية المعروفة، ونحن نطلق عليه الطريق اللبنى. وما نراه هو بمثابة «شريحة» من النظام النجمى، أو المجرة، التى تنتمى إليها الشمس وكل النجوم الأخرى التى تظهر فى السماء. ويمر هذا الحزام خلال كوكبات الدجاجة والجبار وذات الكرسى فى نصف الكرة السماوية الشمالى، وكوكبتى قنطورس (الظلمان) ونعيم (الصليب الجنوبى) وكوكبة القوس والرامى فى نصفها الجنوبى. وعندما تنظر إلى الطريق اللبنى باستخدام منظار مزدوج أو تلسكوب، يمكنك أن ترى أنه يتكون من عدد لا يحصى من النجوم، التى تبدو متراصة بجوار بعضها البعض. كما نطلق أيضًا على نظامنا النجمى مجرة الطريق اللبنى، أو المجرة فقط. وتتخذ هذه المجرة شكلاً لولبيًا، ولها «أذرع» مرصعة بالنجوم تمتد منحنية نحو الخارج من انتفاخ كثيف من النجوم أيضًا فى المنتصف.



أساطير الطريق اللبنـى

فى أساطير الشعب الأزتكى الذى كان يقطن المكسيك، كان الطريق اللبنى يمثل الإله ميكسكوتل الذى صوروه فى شكل سحابة وأفعى. وفى كل من مصر القديمة والهند، كان ينظر إليه على أنه انعكاس سماوى لنهرى النيل والجانج. وقد اعتقد الإغريق أنه نهر من اللبن تدفق من ثدى الإلهة هيرا، زوجة زيوس حاكم الآلهة.



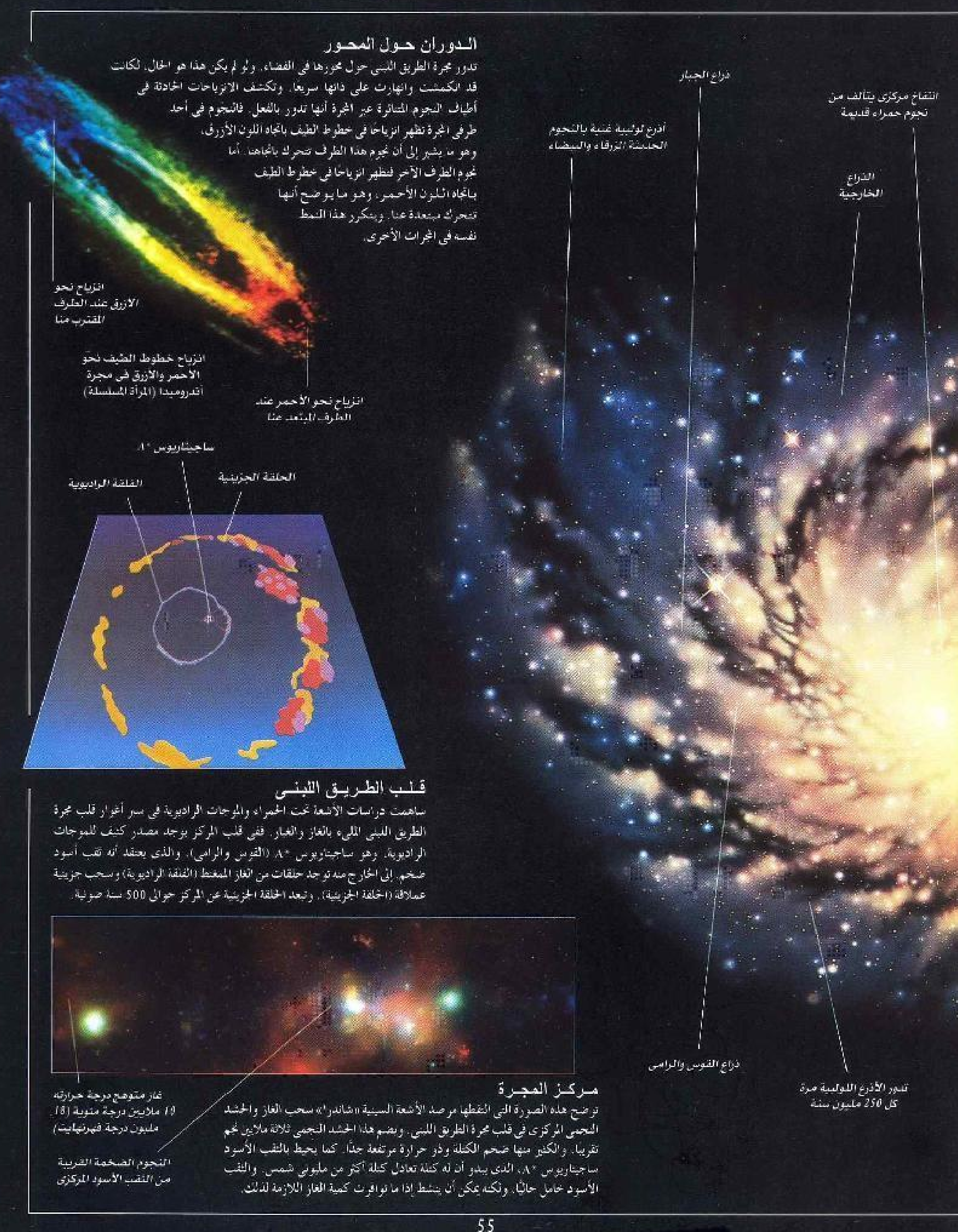
تشـريـح المجـرة

مجرتنا عبارة عن نظام نجمى متسع يضم حوالى 200 مليار نجم. ويصل قطرها إلى حوالى 100000 سنة ضوئية، لكن فى الغالب لا يتعدى سمكها 2000 سنة ضوئية تقريبا. وتكوّن الأذرع اللولبية المحيطة بالانتفاخ المركزى قرص المجرة. وهناك ذراعان رئيسيتان هما ذراع القوس والرامى وذراع الجبار، حيث يحمل كل منهما اسم الكوكبة التى تظهر عندها أكثر سطوعا. وبين هاتين الذراعين توجد ذراع الجوزاء، أو الذراع المحلية، والتى تقع عليها الشمس، على بعد 26000 سنة ضوئية من مركز المجرة.

سحب الطريق اللبنى النجمية فى كوكبة العقرب وكوكبة القوس والرامى

مـن أجـل رؤيــة أفضــل

تتاح أفضل فرصة لرؤية الطريق اللبنى فى الليالى المظلمة التى لا يظهر بها القمر، وتكون سماؤها صافية بعيدا عن تلوث أضواء المدن. وتظهر أكثر أجزائه ضياء كأوضح ما تكون بين شهرى يونيو وسبتمبر. تجدر الإشارة إلى أن البقع، أو الشقوق، السوداء فى الطريق اللبنى ليست مناطق خالية من النجوم، لكنها أجزاء تحجب فيها سحب الغبار الكثيف الضوء المنبعث من النجوم الموجودة خلفها.



الدوران حول المحور

تدور مجرة الطريق اللبنى حول محورها فى الفضاء. ولو لم يكن هذا هو الحال، لكانت قد انكمشت وانهارت على ذاتها سريعاً. وتكشف الانزياحات الحادثة فى أطياف النجوم المتناثرة عبر المجرة أنها تدور بالفعل. فالنجوم فى أحد طرفى المجرة تظهر انزياحاً فى خطوط الطيف باتجاه اللون الأزرق، وهو ما يشير إلى أن نجوم هذا الطرف تتحرك باتجاهنا. أما نجوم الطرف الآخر فتظهر انزياحاً فى خطوط الطيف باتجاه اللون الأحمر، وهو ما يوضح أنها تتحرك مبتعدة عنا. ويتكرر هذا النمط نفسه فى المجرات الأخرى.

قلب الطريق اللبنى

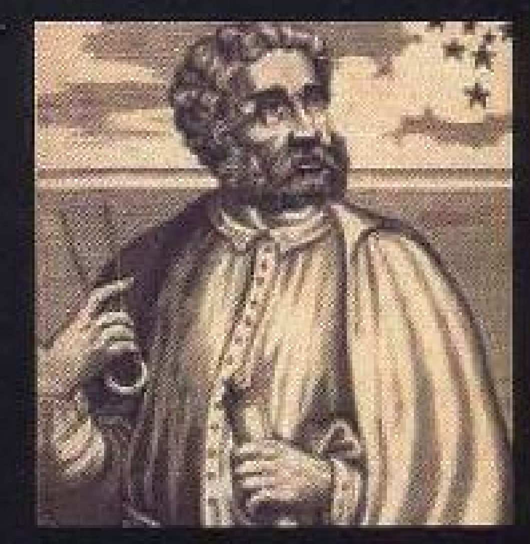
ساهمت دراسات الأشعة تحت الحمراء والموجات الراديوية فى سبر أغوار قلب مجرة الطريق اللبنى المليء بالغاز والغبار. ففى قلب المركز يوجد مصدر كثيف للموجات الراديوية، وهو ساجيتاريوس A* (القوس والرامى)، والذى يعتقد أنه ثقب أسود ضخم. إلى الخارج منه توجد حلقات من الغاز المضغوط (الحلقة الراديوية) وسحب جزيئية عملاقة (الحلقة الجزيئية). وتبعد الحلقة الجزيئية عن المركز حوالى 500 سنة ضوئية.

مركز المجرة

توضح هذه الصورة التى التقطها مرصد الأشعة السينية «شاندرا» سحب الغاز والحشد النجمى المركزى فى قلب مجرة الطريق اللبنى. ويضم هذا الحشد النجمى ثلاثة ملايين نجم تقريباً، والكثير منها ضخم الكتلة وذو حرارة مرتفعة جداً. كما يحيط بالثقب الأسود ساجيتاريوس A*، الذى يبدو أن له كتلة تعادل كتلة أكثر من مليونى شمس. والثقب الأسود خامل حالياً، ولكنه يمكن أن ينشط إذا ما توافرت كمية الغاز اللازمة لذلك.

المجـــرات المجـــاورة

هناك بعيدًا فى نصف الكرة السماوية الجنوبى توجد رقعتان ضبابيتان يمكن رؤيتهما فى كوكبتى الطوقان وأبى سيف، يطلق عليهما سحابتا ماجلان الكبرى والصغرى. وليست هاتان الرقعتان ـ كما كان يعتقد فى الماضى ـ سحابتين أو سديمين فى مجرتنا ـ ولكنهما منظومتان نجميتان منفصلتان؛ أى أنهما مجرتان مجاورتان لمجرتنا. وتبعد سحابة ماجلان الكبرى عن مجرتنا 160000 سنة ضوئية فقط، أى على مرمى حجر فى الفضاء. وتعتبر هذه المجرة صغيرة الحجم مقارنة بحجم مجرتنا، وهى غير منتظمة الشكل كما هو الحال أيضًا مع سحابة ماجلان الصغرى. وليست سحابتا ماجلان وعدد من المجرات الإهليلجية القزمية الأصغر حجمًا جيرانًا لمجرة الطريق اللبنى فحسب، ولكنها أيضًا تقع تحت تأثير قوة جاذبيتها. وبدورها تعتبر مجرة الطريق اللبنى والمجرات التابعة لها مقيدة جميعها بقوة الجذب التثاقلى داخل المجموعة المحلية، وهى عائلة من المجرات يبلغ قطرها حوالى 3 ملايين سنة ضوئية.



سحابتا ماجلان

أطلق على هاتين السحابتين اسم البحار البرتغالى فرديناند ماجلان (1480–1521). وقد كان هذا البحار قائد أول بعثة استكشافية تدور حول العالم، والتى بدأت فى عام 1519. وكان ماجلان من الأوربيين الأوائل الذين رأوا هاتين السحابتين، ومن المرجح أنه استعان بهما فى الإبحار.

المجموعة المحلية

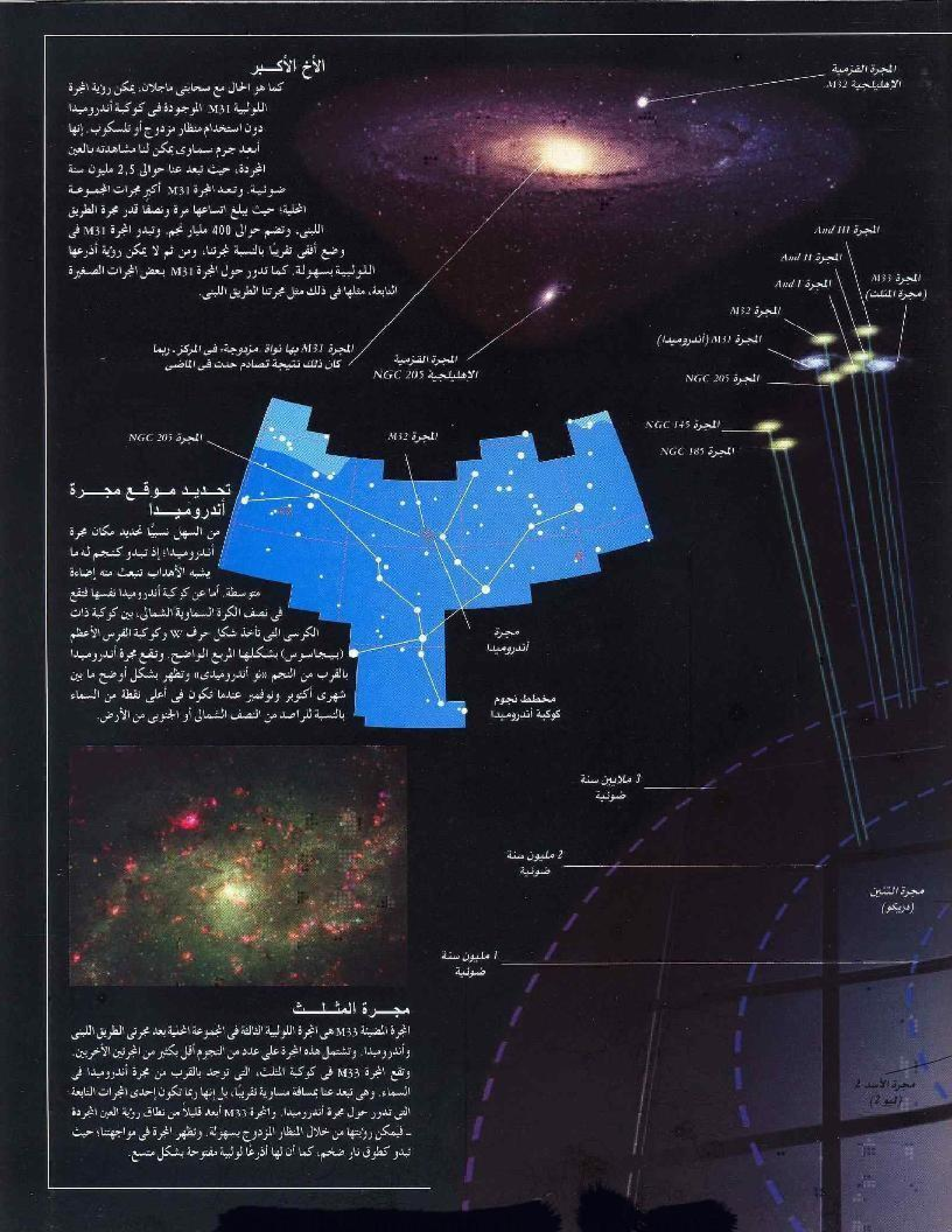
تمثل مجرة الطريق اللبنى والمجرات التابعة لها جزءًا من مجموعة أكبر من المجرات يطلق عليها المجموعة المحلية. وتضم هذه المجموعة أيضًا مجرتين لولبيتين أخريين فى كوكبة أندروميدا (المرأة المسلسلة) وكوكبة المثلث. أما سائر المجرات الأخرى فهى مجرات إهليلجية أو غير منتظمة الشكل، كما أنها أصغر فى الحجم بكثير. ويبلغ إجمالى عدد المجرات فى المجموعة المحلية نحو 30 مجرة تربطها مع بعضها البعض قوة الجاذبية. كما تمثل المجموعة المحلية بدورها جزءًا من حشد من المجرات أكبر فى الحجم كثيرًا.

المجرات التابعة

يبلغ قطر سحابة ماجلان الكبرى حوالى 30000 سنة ضوئية، وهى بذلك أقل من ثلث حجم مجرة الطريق اللبنى. وتشتمل هذه المجرة تقريبًا على الخليط نفسه من النجوم والغاز الموجود فى مجرتنا، ولكنها ليست ذات معالم مميزة مثل الانتفاخ المركزى أو الأذرع اللولبية. كذلك، فإن بها حزامًا واسعًا من النجوم القديمة نسبيًا، كما أن بها أيضًا مناطق شاسعة لتكون النجوم؛ مثل سديم ترانتيولا (العنكبوت الذئبية). وهذا السديم واحد من أكبر السدم المعروفة وأكثرها سطوعًا؛ حيث يضاء بواسطة حشد من النجوم الحديثة الحارة ضخمة الكتلة. أما سحابة ماجلان الصغرى فلا تتعدى كتلتها ربع كتلة سحابة ماجلان الكبرى وهى أبعد منها قليلاً؛ حيث توجد على بعد 190000 سنة ضوئية من الأرض.

مجرتنـــا المتـــوحشـــة

هناك مجرة صغيرة الحجم أقرب إلى مجرتنا حتى من سحابة ماجلان الكبرى، إنها مجرة القوس والرامى القزمية الإهليلجية التى تبعد عن مجرتنا 80000 سنة ضوئية، وتختفى خلف سحب الغاز الكثيفة الموجودة فى مركز مجرتنا، ولم يتم اكتشافها إلا عام 1994. وقد كانت هذه المجرة كروية الشكل فى الأصل، ولكنها تمددت بعض الشيء بسبب تأثرها بجاذبية مجرتنا الطريق اللبنى. وبمرور الوقت، سوف تبتلع مجرتنا هذه المجرة، كما ستلقى سحابتا ماجلان الكبرى والصغرى المصير نفسه.



الأخ الأكــبر

كما هو الحال مع سحابتي ماجلان، يمكن رؤية المجرة اللولبية M31 الموجودة في كوكبة أندروميدا دون استخدام منظار مزدوج أو تلسكوب. إنها أبعد جرم سماوي يمكن لنا مشاهدته بالعين المجردة، حيث تبعد عنا حوالى 2,5 مليون سنة ضوئية. وتعد المجرة M31 أكبر مجرات المجموعة المحلية؛ حيث يبلغ اتساعها مرة ونصفا قدر مجرة الطريق اللبني. وتضم حوالى 400 مليار نجم. وتبدو المجرة M31 في وضع أفقي تقريبًا بالنسبة لمجرتنا، ومن ثم لا يمكن رؤية أذرعها اللولبية بسهولة. كما تدور حول المجرة M31 بعض المجرات الصغيرة التابعة، مثلها في ذلك مثل مجرتنا الطريق اللبني.

تحديد موقع مجرة أندروميدا

من السهل نسبيًا تحديد مكان مجرة أندروميدا؛ إذ تبدو كنجم له ما يشبه الأهداب تنبعث منه إضاءة متوسطة. أما عن كوكبة أندروميدا نفسها فتقع في نصف الكرة السماوية الشمالي، بين كوكبة ذات الكرسي التي تأخذ شكل حرف W وكوكبة الفرس الأعظم (بيجاسوس) بشكلها المربع الواضح. وتقع مجرة أندروميدا بالقرب من النجم «نو أندروميدي» وتظهر بشكل أوضح ما بين شهري أكتوبر ونوفمبر عندما تكون في أعلى نقطة من السماء بالنسبة للراصد من النصف الشمالي أو الجنوبي من الأرض.

مجرة المثلث

المجرة المضيئة M33 هي المجرة اللولبية الثالثة في المجموعة المحلية بعد مجرتي الطريق اللبني وأندروميدا. وتشتمل هذه المجرة على عدد من النجوم أقل بكثير من المجرتين الأخريين. وتقع المجرة M33 في كوكبة المثلث، التي توجد بالقرب من مجرة أندروميدا في السماء. وهي تبعد عنا بمسافة مساوية تقريبًا، بل إنها ربما تكون إحدى المجرات التابعة التي تدور حول مجرة أندروميدا. والمجرة M33 أبعد قليلاً من نطاق رؤية العين المجردة - فيمكن رؤيتها من خلال المنظار المزدوج بسهولة. وتظهر المجرة في مواجهتنا؛ حيث تبدو كطوق نار ضخم، كما أن لها أذرعًا لولبية مفتوحة بشكل متسع.

وفــرة مــن المجــرات

لا تشغل مجرة الطريق اللبنى والمجرات الأخرى التى تكون المجموعة المحلية إلا حيزًا ضئيلاً من الفضاء، لا يتعدى قطره بضعة ملايين من السنين الضوئية. وهناك فى سائر أنحاء الفضاء تتناثر عشرات المليارات من المجرات الأخرى على امتداد مليارات السنين الضوئية. والكثير من هذه المجرات يتخذ شكلاً لولبيًا مثل مجرتى الطريق اللبنى وأندروميدا. وهناك مجرات كثيرة ذات شكل بيضاوى، أو إهليلجى، كما أن هناك مجرات أخرى ليس لها شكل منتظم على الإطلاق. من جهة أخرى، بعض المجرات قزمية ربما لا يتخطى عدد نجومها مليون نجم، لكن هناك مجرات أخرى عملاقة يزيد عدد ما تحتويه من نجوم على مئات المليارات. ومن حين لآخر، تتسبب المجرات فيما يشبه عروض ألعاب نارية مذهلة فى السماء، وذلك عندما يصطدم بعضها بالبعض الآخر. ولا يعرف علماء الفلك على وجه التحديد متى بدأت المجرات فى التكون، لكن ذلك كان على الأرجح بعد أقل من مليارى سنة من نشأة الكون نفسه.

تصــادم المجــرات

عند التحدث من الناحية النسبية، ليس هناك مساحات كبيرة من الفضاء بين المجرات ـ ومن وقت لآخر، يمكن أن تصطدم إحداها بأخرى. ولا يكون الصدام عادة بين النجوم المفردة، ولكن بين سحب الغاز الشاسعة المنتشرة داخل المجرات. ويؤدى تصادم هذه السحب من الغاز إلى بدء حدوث عمليات تكون النجوم، والتى يطلق عليها انفجرات النجمية.

تقذف النجوم للخارج
عند تصادم المجرتين

المجرة اللولبية
NGC 2207

تصنف المجرات الاهليلجية
على تدرج من E0 إلى E9
بترتيب زيادة درجة الاهليلجية

المجرات الاهليلجية (E)

المجرات اللولبية القضيبية (SB)

المجرات اللولبية (S)

تصنف المجرات اللولبية والمجرات
اللولبية القضيبية على تدرج من Sa
الى Sc ومن SBa الى SBc بالترتيب،
بناء على شكل الاذرع

تصادم المجرتين NGC 2207
وIC 2163

المجرات غير منتظمة الشكل

يتم تصنيف المجرات التى تفتقر إلى الشكل المحدد على أنها غير منتظمة الشكل. وتكون هذه المجرات غنية بالغاز والغبار، كما تحوى على الكثير من النجوم الحديثة مع وفرة مناطق تكون النجوم. وتعد سحابتا ماجلان من المجرات غير منتظمة الشكل، وكذلك المجرة M82 الموجودة فى كوكبة الدب الأكبر (الصورة إلى اليمين). والمجرة M82 تقطعها أحزمة من الغبار الأسود، كما تشهد عمليات تكون النجوم بصورة كثيفة.

منطقة تكون نجوم،
حضانة نجمية شاسعة

شـوكة هـابل الرنانـة

ابتكر إدوين هابل الرائد فى دراسة المجرات الطريقة التى يستخدمها علماء الفلك فى تصنيف المجرات. فقد قسم المجرات منتظمة الشكل إلى المجرات الإهليلجية (ورمز لها بالحرف E) والمجرات اللولبية (S) والمجرات اللولبية القضيبية (SB) على أساس شكل المجرة، وذلك فيما يعرف بمخطط الشوكة الرنانة.

الحشـود والحشـود الفائقـة

تتفاعل كل المجرات مع بعضها البعض، وتجمعها الجاذبية معًا بشكل متباعد نسبيًا في مجموعات صغيرة، مثل المجموعة المحلية، أو غالبًا في حشود أكبر بكثير. وتتمثل أقرب المجموعات الكبرى في مجرات حشد العذراء الذي يمتد عبر منطقة في الفضاء يبلغ اتساعها 10 ملايين سنة ضوئية ويضم أكثر من 2000 مجرة. من ناحية أخرى، فإن مجرة الطريق اللبني وحشد العذراء يكونان بدورهما جزءًا من حشد فائق أضخم بكثير. ومن خيوط هذه الحشود الفائقة تتألف البنية الضخمة للكون.

حشد المجرات Abell 2218

تشتمل المجرات الإهليلجية على نجوم صفراء قديمة

تدور النجوم بزوايا كثيرة مختلفة

المجرات الإهليلجيـة

تشتمل المجرات الإهليلجية، أو الكروية، على المجرات الأصغر والأكبر حجمًا. وقد يصل قطر أكبر المجرات إلى مليون سنة ضوئية. وتوجد المجرات الإهليلجية العملاقة مثل المجرة M87 (الصورة إلى اليسار) في قلب الحشود المجرية. وتتنوع المجرات الإهليلجية في الشكل من الكروية إلى البيضاوية المسطحة. وتتكون هذه المجرات بصفة أساسية من النجوم القديمة، كما تفتقر إلى الغاز اللازم لتكون النجوم الحديثة.

يؤدي التصادم إلى ضغط سحب الغاز وبدء عمليات تكون النجوم

نفثات منبعثة من لب المجرة

جاذبية المجرة الأكبر تشوه شكل المجرة الأصغر

المجرة اللولبية IC 2163

حزام الغبار المظلل في المجرة NGC 2207

مقـدار بُعد المجـرات

يمكن لعلماء الفلك قياس المسافة التي تبعدها بعض المجرات بالاستعانة بالنجوم المتغيرة القيفاوية. ترتبط الفترة الزمنية التي تتغير خلالها درجة سطوع النجوم القيفاوية بدرجة سطوعها الفعلية ارتباطًا مباشرًا. وفي ضوء معرفة درجتي السطوع الفعلية والظاهرية لهذه النجوم في السماء، يمكن حساب بعدها بسهولة. وقد كان إدوين هابل (الصورة إلى اليمين) أول من استخدم هذه الطريقة؛ حيث قام بحساب المسافة التي تبعدها مجرة أندروميدا عنا في عام 1923.



المجـرات العدسيـة

بعض المجرات تبدو في شكل وسط بين المجرات اللولبية والمجرات الإهليلجية. ويعرف هذا النوع بالمجرات العدسية أو الشبيهة بالعدسة. وتظهر المجرات العدسية في شكل لولبي لكن دون الأذرع اللولبية. ويكون لها انتفاخ مركزي من النجوم القديمة مثل المجرات اللولبية، كما يحتوي القرص الضيق المحيط بها على بعض النجوم الحديثة، لكن ليس بها مناطق شاسعة لتكون النجوم.

المجرة العدسية NGC 2787

أشباه النجوم والمجرات النشطة الأخرى

معظم المجرات تنبعث منها الطاقة من مئات المليارات من النجوم التى تضىء معًا، لكن بعض المجرات تنبعث منها كميات أكبر كثيرًا. ونحن نطلق على هذه المجرات وصف المجرات النشطة، وتشتمل على المجرات الراديوية وأشباه النجوم والمجرات الشعلة (بليزار) ومجرات سيفيرت. والمجرات التى تحمل اسم أشباه النجوم ربما تكون الأكثر إثارة للاهتمام من بين المجرات النشطة. فالاسم الكامل لها «المصادر الراديوية شبه النجمية» إذ إنها تبدو فى شكلها مثل النجوم الخافتة وتنبعث منها موجات راديوية. لكن أشباه النجوم تظهر انزياحات هائلة نحو اللون الأحمر عند تحليل خطوط الطيف المنبعث منها، ومن ثم لا بد أنها تقع على بعد مليارات السنين الضوئية، فهى أبعد من النجوم بكثير. وتكشف التلسكوبات القوية أنها فى الواقع مجرات ذات مراكز شديدة السطوع. وحتى تكون مرئية من هذا البعد، لا بد وأن تكون مجرات أشباه النجوم أكثر سطوعا بمئات المرات من المجرات العادية، لكن التغيرات السريعة فى درجة سطوعها تعنى أن معظم ضوئها لا بد وأنه يتولد فى منطقة أكبر قليلاً من مجموعتنا الشمسية. وفى هذه الأونة، يعتقد علماء الفلك أن مجرات أشباه النجوم والمجرات النشطة الأخرى تحصل على طاقتها من ثقوب سوداء ضخمة توجد فى مراكزها.

اكتشاف أشباه النجوم

ساهم عالم الفلك الأمريكى آلان سانديدج (المولود فى عام 1926) ـ الذى كان يعمل مساعدًا سابقًا للعالم إدوين هابل ـ فى اكتشاف مجرات أشباه النجوم. فى عام 1960، تمكن من الربط بين مصدر الموجات الراديوية 3C48 وجرم شبه نجمى خافت، ولكنه لم يتمكن من تفسير الطيف المنبعث منه. وقد كان ذلك قبل ثلاثة أعوام من تحديد هوية المصدر 3C48 على أنه شبه نجم تظهر خطوطه الطيفية انزياحًا هائلاً نحو اللون الأحمر.



المجـرات الراديـويـة

تعتبر المجرة NGC 5128 الموجودة فى كوكبة قنطورس مجرة إهليلجية يقطعها إلى نصفين حزام مظلم من الغبار الأسود. ويوجد فى هذه المجرة مصدر إشعاع راديوى قوى يطلق عليه قنطورس أ، وهو أقرب المجرات النشطة إلينا؛ حيث يبعد عنا حوالى 15 مليون سنة ضوئية فقط. وتجمع هذه الصورة بين لقطات الرصد البصرى والتصوير بالأشعة السينية (اللون الأزرق) والموجات الراديوية (اللونين الأحمر والأخضر) للمنطقة المركزية من المجرة. وتحيط بالمجرة هالة من الغاز الذى تنبعث منه الأشعة السينية، ويخرج من مركزها نفاث غازى يتنامى مكونا فلقتين ضخمتين تنبعث منهما الموجات الراديوية.



دراسة المجرات النشطة

يؤدى النشاط العنيف الحادث فى قلب المجرات النشطة إلى توليد كميات كبيرة من الإشعاعات عالية الطاقة مثل الأشعة السينية وأشعة جاما. وتستخدم الأقمار الصناعية مثل مرصد الأشعة السينية «شاندرا» (فى الصورة أعلاه) ومرصد أشعة جاما «كومبتون» فى دراسة الأشعة عالية الطاقة القادمة من الفضاء، وذلك لأن هذه الأشعة لا تخترق الغلاف الجوى.



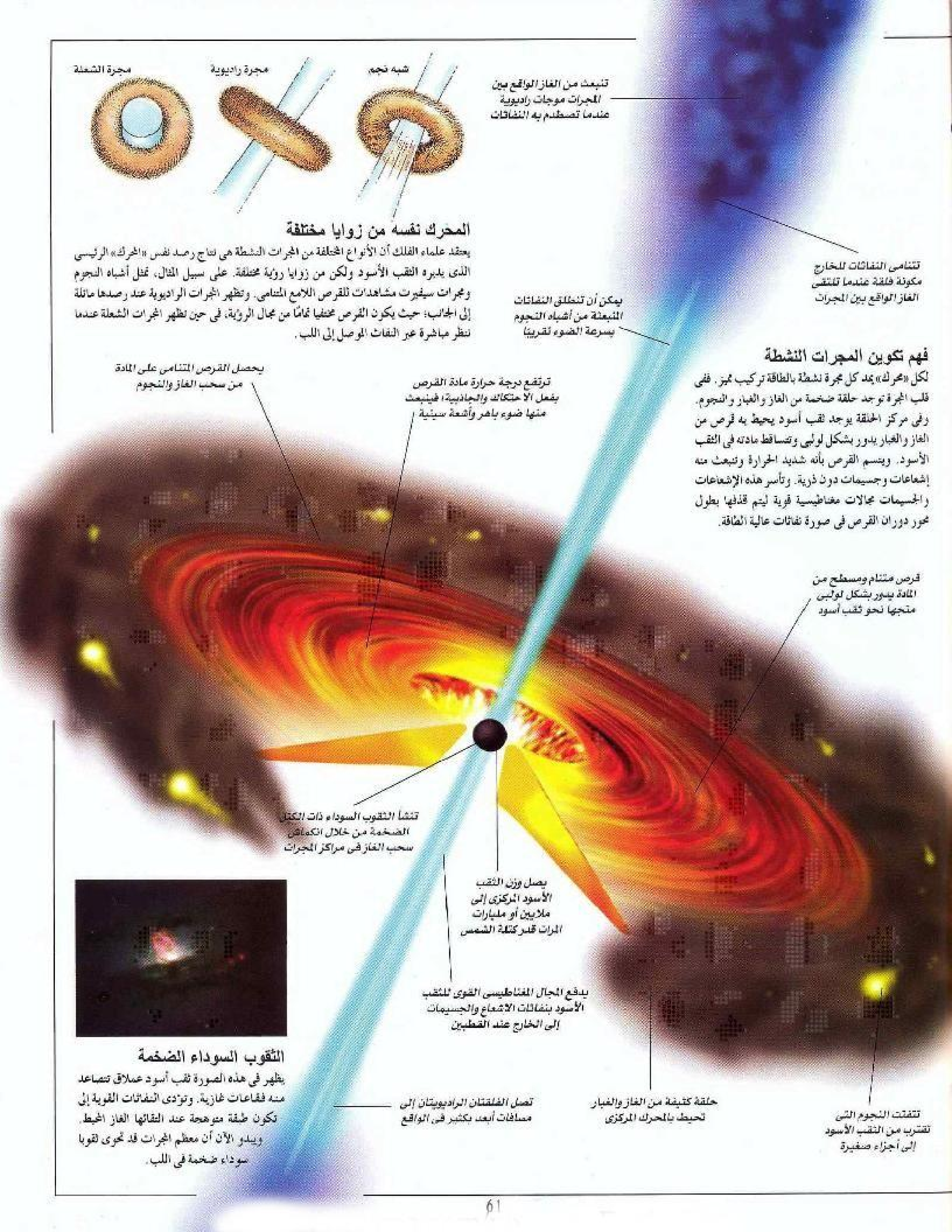
مجرات سيفيرت

تحتوى بعض المجرات اللولبية على مراكز لامعة بشكل مميز، ويتم تصنيفها تحت اسم مجرات سيفيرت تيمنا باسم عالم الفلك الأمريكى كارل سيفيرت الذى لاحظ وجودها لأول مرة فى عام 1943. ويعتقد حاليا أن هذه المجرات هى صور من أشباه النجوم أكثر قربا وأقل قوة. جدير بالذكر أن واحدة تقريبا من بين كل عشر مجرات لولبية ضخمة تبدو أنها مجرة سيفيرت، وربما تصبح مجرتنا الطريق اللبنى واحدة من هذه المجرات فى يوم من الأيام.

أشـباه النجـوم الثانيـة



رصد التلسكوب الفضائى هابل شبه النجم هذا فى كوكبة النحات، حيث ينبعث منه الإشعاع فى صورة ضوء مرئى. ويتشكل مصدر تعزيز الانبعاث الهائل لطاقة شبه النجم فى التصادم الحادث بين مجرتين ـ حيث توجد بقايا إحدى الحلقات اللولبية أسفل شبه النجم نفسه مباشرة. ويبعد شبه النجم هذا مسافة 3 مليارات سنة ضوئية ـ وهناك نجم أقرب منه بكثير يضىء فوقه تمامًا.



المحرك نفسه من زوايا مختلفة

يعتقد علماء الفلك أن الأنواع المختلفة من المجرات النشطة هى نتاج رصد نفس «المحرك» الرئيسى الذى يدبره الثقب الأسود ولكن من زوايا رؤية مختلفة. على سبيل المثال، تمثل أشباه النجوم ومجرات سيفيرت مشاهدات للقرص اللامع المتنامى. وتظهر المجرات الراديوية عند رصدها مائلة إلى الجانب؛ حيث يكون القرص مختفيا تمامًا من مجال الرؤية، فى حين تظهر المجرات الشعلة عندما ننظر مباشرة عبر النفاث الموصل إلى اللب.

فهم تكوين المجرات النشطة

لكل «محرك» يمد كل مجرة نشطة بالطاقة تركيب مميز. ففى قلب المجرة توجد حلقة ضخمة من الغاز والغبار والنجوم. وفى مركز الحلقة يوجد ثقب أسود يحيط به قرص من الغاز والغبار يدور بشكل لولبى وتتساقط مادته فى الثقب الأسود. ويتسم القرص بأنه شديد الحرارة وتنبعث منه إشعاعات وجسيمات دون ذرية. وتأسر هذه الإشعاعات والجسيمات مجالات مغناطيسية قوية ليتم قذفها بطول محور دوران القرص فى صورة نفاثات عالية الطاقة.

الثقوب السوداء الضخمة

يظهر فى هذه الصورة ثقب أسود عملاق تتصاعد منه فقاعات غازية. وتؤدى النفاثات القوية إلى تكون طبقة متوهجة عند التقائها الغاز المحيط. ويبدو الآن أن معظم المجرات قد تحوى ثقوبا سوداء ضخمة فى اللب.

الحيــاة فــى الكــون

يعج كوكبنا بأشكال من الحياة تتسم بتنوع غير عادى، لكن لا تتوافر لدينا معلومات عن وجود شكل من أشكال الحياة فى مكان آخر فى مجموعتنا الشمسية أو حتى فى الكون ككل. من المؤكد أنه لا بد من وجود حياة أخرى فى مكان آخر «هناك بالفضاء». فهناك مليارات من النجوم التى تشبه الشمس فى مجرتنا وحدها، ولا بد أن البعض منها تدور حوله كواكب تدعم وجود حياة. وفى بعض من هذه العوالم، ينبغى أن يكون هناك حياة لجنس ذكى قادر على التواصل عبر الفضاء. ومنذ العقد السادس من القرن العشرين، أقيمت مشروعات عديدة للبحث عن آثار وجود حياة ذكية خارج كوكب الأرض وذلك باستخدام التلسكوبات الراديوية. ويبدو من المحتمل أن يستخدم الغرباء موجات راديوية من نوع ما للتواصل، تمامًا كما نفعل نحن.

سرطان فوق فتحة دخان أسود

الحياة فى ظروف قاسية

كان العلماء يعتقدون أن الحياة لا يمكن أن تظهر إلا فى ظروف معتدلة مثل تلك الموجودة على سطح الأرض، لكن الاكتشافات الحديثة التى أثبتت وجود مخلوقات فى بيئات قاسية وفى ظروف شديدة التطرف غيرت أفكارهم. فقد اتضح أن الحيوانات يمكنها أن تعيش حتى فى قاع البحر العميق حول فتحات الدخان الأسود ـ وهى فتحات بركانية تنفث مياها مشبعة بالكبريت بدرجة حرارة 350 درجة مئوية (660 درجة فهرنهايت).

حفرية محتملة لبكتريا فى حجر نيزكى من المريخ

الحياة فى المجموعة الشمسية

لقد اعتبر كوكب المريخ لفترة طويلة مكانًا قد يسمح بوجود أحد أشكال الحياة، سواء أكان ذلك فى الحاضر أم فى الماضى. وهذا الكوكب غير صالح للحياة الآن، لكن لعل مناخه كان أكثر ملاءمة منذ زمن بعيد. وإذا كانت الحياة قد ظهرت عليه فى تلك الآونة، فإنه من الممكن أن تكون هناك حفريات فى تربة المريخ. ففى عام 1996، اعتقد علماء وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) أنهم عثروا على آثار حياة قديمة فى حجر نيزكى جاء من المريخ، لكن علماء آخرين شككوا فى ذلك.

دلائــل الحيــاة

لقد تم العثور على الكثير من الجزيئات العضوية التى تعتمد بنيتها على الكربون فى سحب الغاز المنتشرة بين النجوم. بل أن هناك أيضًا أحماضًا أمينية بسيطة، والتى تمثل عناصر أساسية لبناء الحياة. ويشير ذلك إلى أن الحياة قد تكون شائعة فى الكون كله. فربما تكون انتشرت عبر المجموعات الشمسية عن طريق أكثر الأجرام السماوية بدائيةً ـ وهى المذنبات.

التحدث مع الغربـاء

الرسالة الوحيدة التى أرسلها البشر حتى الآن عن قصد إلى الغرباء تم بثها فى صيغة رقمية كمجموعة من 1679 نبضة بطريقة التشغيل والإيقاف. وهذا الرقم هو حاصل ضرب رقمين أوليين، هما 23 و73، وتتضح الرسالة بتنظيم عناصرها فى 73 صفًا من 23 عمودًا. ومع استخدام مربعات سوداء لتشير إلى الرقم 1 ومربعات بيضاء لتشير إلى الصفر، ينشأ نسق أو مخطط تصويرى «بكتوجرام» يكوّن رسالة.

الأرقام من 1 إلى 10 فى شفرة ثنائية

عناصر كيميائية ضرورية للحياة

جزيئات الحياة المهمة

التركيب اللولبى للحمض النووى (الدنا)

شكل البشر سكان الأرض

موقع الأرض فى المجموعة الشمسية

تلسكوب راديوى



نــداء أريسيبـــو

تم بث الرسالة (الموضحة إلى اليمين) من تلسكوب أريسيبو الراديوى الضخم فى عام 1974. وقد تم توجيه هذه الرسالة إلى حشد كروى من النجوم يبلغ عددها 300000 نجم، وهو ما يزيد من فرصة الوصول إلى أحياء أذكياء. لكن الإشارة لن تصل إلى هدفها قبل 25000 سنة أخرى.

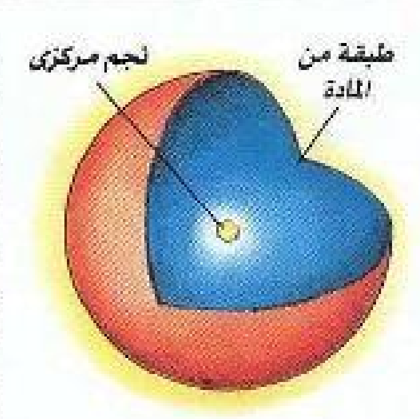


الرسـائل بـين النجـوم

المسابير الفضائية بايونير 10 و11 وفويجر 1 و2 فى طريقها الآن فى الفضاء إلى خارج المجموعة الشمسية حاملة رسائل إلى الغرباء. ويحمل المسباران بايونير لوحات معدنية عليها رسوم؛ فى حين أن مسبارى فويجر يحملان أسطوانات ذهبية مسجل عليها مناظر وأصوات من الأرض.

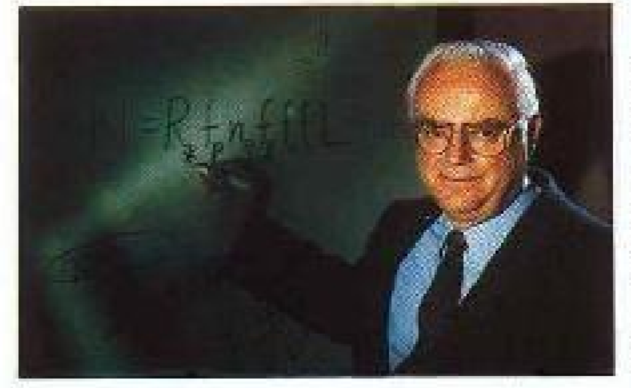
علامـات الذكـاء

اقترح الفيزيائي الأمريكي فريمان ديسون أن واحدة من الحضارات المتقدمة سوف تغير من شكل الجزء الذي تشغله من الكون، ربما من خلال بناء كرة ضخمة حول النجم الذي تنتمي له للحفاظ على الطاقة. ومن ثم يمكننا اكتشاف تلك الحضارات عن طريق البحث عن انبعاثات مميزة تصدر من «كرات ديسون» هذه.



فرص وجود حياة

كان عالم الفلك الراديوي الأمريكي فرانك دريك (المولود في عام 1930) رائد استخدام التلسكوبات الراديوية في الاستماع إلى الإشارات القادمة من الغرباء. كما وضع أيضًا معادلة (الصورة إلى اليسار) يتم من خلالها تقدير عدد الحضارات المتقدمة في مجرتنا التي يمكن أن تكون عازمة على التواصل معنا. ومع الأسف، مازالت معرفتنا بالكون غير كافية لتطبيق معادلة دريك بشكل سليم.



ترى، كيف تبدو هيئة الغرباء؟

من المستحيل تقريبًا تخمين الشكل الذي يمكن أن تكون عليه حياة الغرباء، لكن علماء الأحياء يمكنهم وضع بعض التخمينات العلمية بناءً على مبدأ التطور. يعني ذلك ببساطة أن أي مخلوق لا بد وأن يتكيف جيدًا مع البيئة التي يعيش فيها حتى يبقى على قيد الحياة، وينقل صفاته لأجيال أخرى. باستخدام هذا المبدأ، يمكن لنا أن نتخيل شكل الأحياء الغرباء مثل هذا الحيوان العشبي من الكوكب إبسيلون ريتيكولي بي (Epsilon Reticuli b).

رقبة يمكن أن تنقبض وتنبسط

«شعر» اهتزازي يستشعر الأصوات

شعر غليظ وصلب لعزل وحماية الجسم

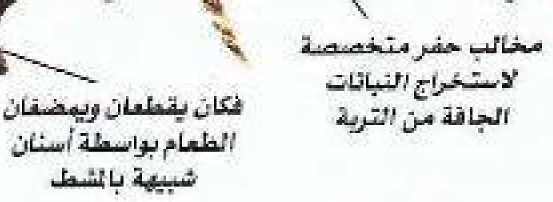
عينان وأنف يميز رائحة المواد الكيميائية - فهاتان الحاستان مهمتان في أية بيئة

أشواك دفاعية

جزء خلفي مدرع

ستة أرجل للمشي بكل منها سبعة مخالب. أربعة أطراف وخمسة أصابع ليست شيئًا مميزًا

لهذا الكائن الفضائي هيكل عظمي خارجي. لقد تطور من مخلوق شبيه بالحشرات





مخالب حفر متخصصة لاستخراج النباتات الجافة من التربة

فكان يقطعان ويمضغان الطعام بواسطة أسنان شبيهة بالمشط





إبسيلـون ريتيكولـي

يأتي هذا المخلوق الفضائي الافتراضي بأعلى من قمر يدور حول الكوكب العملاق إبسيلون ريتيكولي بي، والذي يبعد حوالي 60 سنة ضوئية عن الأرض. ويدور هذا الكوكب الذي تم اكتشافه في عام 2000 حول نجمه على مسافة تزيد فقط بنسبة 20 بالمائة عن مسافة بعد الأرض عن الشمس. أما النجم إبسيلون ريتيكولي نفسه، فيبدو أنه نجم شبيه بالشمس بدء لتوه في التطور ودخول مرحلة العملاق الأحمر.

صدمـة حضاريـة

يعتقد البعض أن غرباء يزورون الأرض بالفعل ويتواصلون مع البشر، لكن الغالبية يرون أنه لا يزال يتعين علينا أن نقوم بالخطوة الأولى في عملية التواصل مع الغرباء الأذكياء. وإذا ما حدث ذلك، فإن تأثيره على البشرية حينها سيكون هائلاً. فالتعارض في البنية الجسمانية والحضارية سوف يسبب دون شك صدمة أكبر من تلك التي حدثت عندما قابل كولومبوس سكان أمريكا الأصليين لأول مرة في عام 1472 (الصورة إلى اليسار)، وقد يكون لذلك تأثير ضار على جنسنا البشري كما حدث مع هؤلاء السكان الأصليين لأمريكا.



الكشــاف

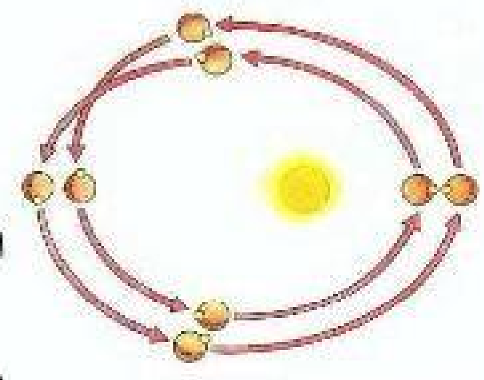


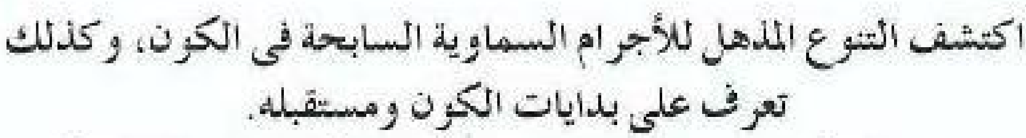






الكـــون





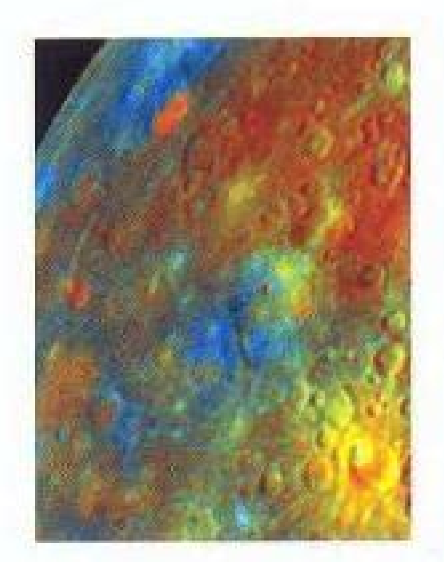
اكتشف التنوع المذهل للأجرام السماوية السابحة فى الكون، وكذلك تعرف على بدايات الكون ومستقبله.

يشتمل هذا الكتاب على صور رائعة بالألوان الكاملة، تم التقاط الكثير منها بمساعدة التلسكوبات الفضائية، مع شروح لكل شيء، بدءًا من الثقوب السوداء، وصولاً إلى مجرة الطريق اللبنى، تم جمع كل ذلك لجعل هذا الكتاب تقرير «شاهد عيان» متميزًا عن الكون الذى نعيش فيه.



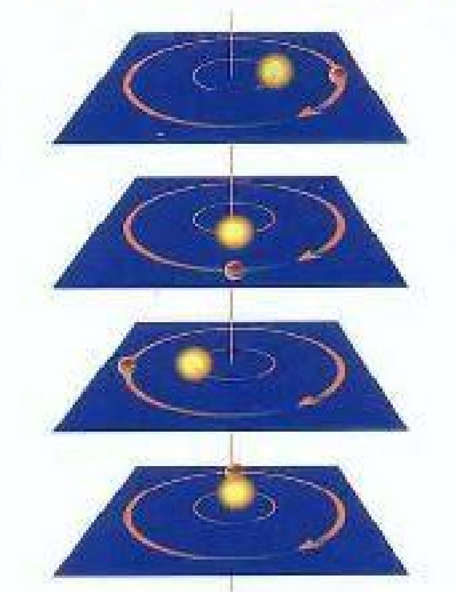
شاهد

السطح البركانى المتقد لكوكب الزهرة • نجمًا عملاقًا كبيرًا ونجمًا قزميًّا أحمر • المسبار جاليليو عند استكشافه لكوكب المشترى • كسوفًا شمسيًّا • الفوهة الهائلة الناتجة عن اصطدام مذنب ضخم بمنطقة سيبيريا



تعلم

ماذا حدث فى الانفجار العظيم • كيف يتحكم القمر فى المد والجزر بمياه البحار • ما جرؤ كوبرنيك على قوله عن مجموعتنا الشمسية • مدى صحة احتمالات اكتشاف حياة على كوكب المريخ



اكتشف

لماذا يثبت تأثير دوبلر أن الكون فى اتساع • كيف يمكن أن يبنى الغرباء المتقدمون «كرة ديسون» • لماذا يشير وجود حلقة دائرية من النجوم إلى وجود ثقب أسود

وغير ذلك الكثير والكثير

